Aus der Abteilung für Zahnerhaltungskunde
(Vorstand Prof. Dr. Pieper) der Klinik für Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten der Universität München (Vorstand Prof. Dr. Kranz).

Die chirurgische Diathermie und ihre Anwendung in der Zahnheilkunde

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

einer Hohen Medizinischen Fakultät

der

Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Günter Schwellnus
aus Tilsit.

1938

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München.

Referent: Prof. Dr. Pieper.

Tag der mündlichen Prüfung: 5. 12. 1938.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548309_0023

Gliederung.

A. Geschichte der chirurgischen Diathermie.

B. Wesen und Wirkungsweise der chirurgischen Diathermie.

I. Anwendung der chirurgischen Diathermie in der konservierenden Zahnheilkunde.

1. Koagulation der lebenden, gesunden oder entzündeten Pulpa.
2. Die Behandlung der Pulpagangrän.
3. Granulombehandlung.

II. Anwendung von Hochfrequenzschnitt und Elektrokoagulation in der chirurgischen Zahnheilkunde.

1. Vorbemerkungen.
   a) Histologische Vorgänge und Wundheilung.
   b) Allgemeine Bemerkungen.
   c) Technik.
2. Anwendungsgebiete von Hochfrequenzschnitt und Elektrokoagulation.
   a) Blutstillung.
   b) Lupusbehandlung.
   c) Gingivektomie.
   d) Probeexzision.
   e) Weitere Indikationen.
3. Vorteile des Hochfrequenzschnittes und der Elektrokoagulation.

C. Zusammenfassung.

A. Geschichte der Diathermie.

Von jeher wurden Wärme und Hitze in der Heilkunde zu therapeutischen und chirurgischen Zwecken in Anwendung gebracht. Primitive Völker benutzten sie auf Grund von Erfahrungstatsachen, und das Aufblühen der ärztlichen Wissenschaft im Altertum sah dann auch die Verwendung von glühenden Körpern in dem Instrumentenschatz des Chirurgen. Hippokrates, der Vater der Medizin, verwandte das Glüheisen zu Operationen an Hämorrhoiden, Carcinomen und Hautgeschwüren. Griechische und römische Ärzte folgten ihm, und auch im Mittelalter war die Anwendung ähnlicher Methoden in der Heilkunde nicht unbekannt. Der Aufschwung der Technik im 19. Jahrhundert brachte neue Möglichkeiten. Cousell konstruierte 1840 seinen „pyrokaustischen Apparat", Paquelin seinen Thermokauter. Die Elektrizität eröffnete auch der Medizin neue Methoden, und 1852 schuf Middeldorpf seinen Elektrokauter, der mit Hilfe einer glühenden Platinschlinge Operationen ermöglichte.

Ein wesentliches Novum auf diesem Gebiet brachte jedoch die Entdeckung der Hochfrequenzströme durch Nicola Tesla (1891). War bisher das „Cauterium actuale" von außen her durch einen glühenden Körper an das Gewebe herangeführt worden, so besteht der grundsätzliche Unterschied des neuen Verfahrens darin, daß jetzt der Strom die Hitze im Gewebe selbst durch innere Vorgänge erzeugt. Die Bedeutung und die Möglichkeit der weitgespannten medizinischen Anwendbarkeit dieser hochfrequenten Wechselströme liegt in der Tatsache, daß die bis dahin bekannten niederfrequenten Gleich- und Wechselströme die unangenehme Eigenschaft hatten, heftige Reizerscheinungen und elektrolytische Vorgänge im Körper hervorzurufen, die eine medizinisch-therapeutische Anwendung ausschlossen. Die Hochfrequenzströme dagegen haben keine derartigen nachteiligen Einwirkungen auf den Organismus. Schon der französische Physiologe Arsonval beobachtete an seinen Versuchstieren bei der Benutzung dieser Ströme eine Erwärmung im Körper selbst, die er bis zur Verbrennung steigern konnte. Doch

wertete er dieses Phänomen nur als Nebenbefund und kommt als Begründer dieses neuen medizinischen Verfahrens nicht in Betracht. Erst Zeynek und unabhängig von ihm zu gleicher Zeit Nagelschmidt gingen daran, nach eingehenden Versuchen die Hochfrequenzströme systematisch in die Medizin einzuführen. Nach dem Vorschlag von Nagelschmidt wurde dann auch die Bezeichnung Diathermie allgemein übernommen.

Zwei Anwendungsarten der Diathermie ergeben sich so aus der angedeuteten Wirkung, einmal die reine elektrische Tiefendurchwärmung des Körpers und der Organe zu therapeutischen medizinischen Zwecken, zum anderen die Ausnutzung des kaustischen Effektes zur Verbrennung, Koagulation bezw. zum elektrischen Durchtrennen der Gewebe. Man spricht im ersten Fall von der medizinischen, im zweiten von der chirurgischen Diathermie. Im Rahmen unserer Abhandlung soll uns nur die letztere interessieren.

Die operative Diathermie wurde zuerst in der Form der Fulgurationsmethode nach Keating-Heart in Amerika angewendet, die sich mit ihrer reinen Oberflächenwirkung physikalisch und biologisch zum Teil durchaus von den anderen Verfahren unterscheidet. Diese Lichtbogenoperation, die sich der Bildung von Funken bezw. eines minimal kleinen Lichtbogens zwischen Körperoberfläche und Elektrodenspitze zur Durchtrennung des Gewebes bedient, fand noch 1925 von Voltz und Doederlein eine recht ungünstige Beurteilung, die aber wohl mehr dem Mangel der Apparaturen zuzuschreiben war. Czerny, Nagelschmidt, Werner und Caan bemühten sich um den Ausbau der chirurgischen Diathermie, ferner die Amerikaner Kelly, Ward, Clark, in Frankreich Bordier, um nur einige Namen zu nennen. Allmählich schälte sich so das Verfahren der bipolaren Diathermie heraus, d. h. man verwendet eine aktive und eine inaktive Elektrode. Namen wie Heymann, Wucherpfennig, v. Seemen treten uns in neuerer Zeit unter den Vorkämpfern der modernen Elektrochirurgie entgegen. Erfolge und jahrelange Erfahrungen führten zu einem Indikationsgebiet der Methode, die ihren Platz für bestimmte Fälle behauptet. Es war verständlich, daß auch die Zahnheilkunde das neue Verfahren zur Anwendung auf ihrem Spezialgebiet heranzog, nachdem es sich in der allgemeinen Medizin bewährt hatte. Dies geschah allerdings erst später.

Als Erster beschäftigte sich wohl Klein (Wien) mit der chirurgischen Diathermie auf unserem Gebiet, der schon 1924 Versuche hierüber anstellte. Der Vater der Diathermie in der Zahnheilkunde wurde dann Sturm, der mit großem Idealismus sich um den Ausbau der neuen Methode bemühte und seine Erfahrungen 1927 veröffentlichte. In den nächsten Jahren erschien eine Flut von Veröffentlichungen über dieses Gebiet. Es entstand gewissermaßen eine Zeit der Konjunktur. In der ersten Begeisterung schoß man weit über das Ziel hinaus und glaubte, für die einschlägigen Probleme der Zahnheilkunde eine geradezu ideale Lösung gefunden zu haben. Allmählich jedoch schieden sich die Fronten, sachliche Aussprache, Versuche und Erfahrungen brachten eine gehörige Ernüchterung, und nachdem jahrelange Praxis und wissenschaftlicher Ausbau der Methode ein einigermaßen umrissenes Indikationsgebiet aufgezeigt hat, ist es vielleicht nunmehr möglich, die Anwendung der chirurgischen Diathermie in der Zahnheilkunde zu umgrenzen.

B. Wesen und Wirkungsweise der chirurgischen Diathermie.

Wie schon eingangs erwähnt, zeichnen sich die Hochfrequenzströme vor allen anderen dadurch aus, daß sie keinerlei Reizerscheinungen auf den lebenden Organismus ausüben. Gleichströme und niederfrequente Wechselströme rufen hier Elektrolyse hervor. Die durch die Dissoziation bewirkte Ionenverschiebung und die damit erfolgende Konzentrationsänderung der Zellflüssigkeit ist beim Hindurchschicken dieser Ströme durch den menschlichen Körper die Ursache der Reizwirkung auf die Nerven, die zu den neuromuskulären Irritationserscheinungen führt. Denn auch der menschliche Organismus ist als ein System unter- und übereinander gelagerter Elektrolytlösungen aufzufassen, die durch die Zellwände als permeable Membranen getrennt sind. Nach dem Nernst'schen Gesetz ist die Reizwirkung direkt proportional der Stromstärke und umgekehrt proportional der Quadratwurzel der Frequenz. Mit der Steigerung der Frequenz entfallen also die Reizerscheinungen. Der Mechanismus dieses Vorganges ist dabei der, daß die hohe Frequenz die Ionisierung und damit die Reizauslösung verhindert, da die Wan-

derung und Ausrichtung der Ionen bei dem enorm schnellen Umschlag der Stromrichtung praktisch nicht mehr zu Erscheinungen führt, die einen reizauslösenden Einfluß auf das Nervensystem ausüben können. Das Ergebnis dieses Phänomens ist, daß der Hochfrequenzstrom mit einer relativ hohen Frequenz reizlos durch den Körper geht und sensible und motorische Nerven unbeeinflußt läßt.

Es ist eine bekannte physikalische Tatsache, daß jeder Leiter von dem ihn durchfließenden elektrischen Strom erwärmt wird. Nach dem Joule'schen Gesetz erfolgt die Wärmebildung proportional dem Quadrat der Stromstärke, dem Widerstand des Leiters und der Stromeinwirkungszeit. Die Wärme entsteht hier durch Umwandlung von elektrischer Energie in kalorische Energie. Der Widerstand und die Erwärmung muß im menschlichen Körper natürlich nach der Art der einzelnen Gewebe verschieden sein. Nach Bucky fällt die Erwärmung in der Reihe: Knochen, Haut, Muskeln, Nerven, Körperflüssigkeit, wobei dieser die geringste Erwärmung zuteil wird.

Der erzielte Wärmegrad ist abhängig von der Elektrodengröße, der Stromstärke, der Dauer der Stromeinwirkung in physikalischer Hinsicht, dem spezifischen Widerstand der Gewebe und der spezifischen Wärme und Blutzirkulation in physiologischer Hinsicht.

Schaltet man einen homogenen Körper zwischen zwei kongruente Platten, die sich gegenüberliegen, so werden die Stromlinien parallel zueinander laufen. Der Körper wird gleichmäßig erwärmt werden. Nutzt man dieses Phänomen für die medizinische Therapie aus und wendet den Hochfrequenzstrom auf den menschlichen Körper an, so kommen wir damit zur sogenannten medizinischen Diathermie. Sie geht nicht über die Anwendung von Temperaturen hinaus, die das menschliche Gewebe ohne Schädigung verträgt. Man benutzt so den Heilfaktor Wärme mit seinen vielfachen therapeutischen Wirkungen.

Ändert man dagegen die Größe der Elektroden, so findet eine Verdichtung der Stromlinien statt, die man bei geeigneter Wahl der Größe der Elektroden so weit steigern kann, daß unter beiden eine Verkochung und Zerstörung des dazwischen liegenden Gewebes eintritt. Das wäre das Verfahren der bipolaren Elektrokoagulation, das eine ganz bestimmte Indikation für die Zerstörung gewisser pathologischer Gebilde hat.

In der Zahnheilkunde jedoch hat sich zur Destruktion von Neubildungen die Verkochung unter einer Elektrode als vorteilhaft erwiesen, d. h. die Größenverhältnisse der Elektroden werden derartig gestaltet, daß an der Elektrode mit stark reduziertem Querschnitt eine äußerst intensive Zusammendrängung der Stromlinien erfolgt, die hier zu einem kaustischen Effekt führt, während an der anderen bewußt groß gewählten Elektrode praktisch keine Hitzewirkung auftritt. Sie dient nur zur Schließung des Stromkreises. Man nennt die kleine Elektrode die aktive oder Operationselektrode, die große die inaktive oder indifferente Elektrode. Das Verfahren selbst trägt den Namen der monopolaren Elektrokoagulation. Medizinische und chirurgische Diathermie beruhen so auf denselben Grundlagen und sind nur in dem Grad ihrer Anwendung voneinander verschieden. Dabei wird in der chirurgischen Diathermie die im Gewebe hervorgerufene Erwärmung bewußt so weit getrieben, daß eine Zerstörung und Koagulation der betroffenen Gebiete eintritt. Die Koagulation besteht in einer langsamen Eiweißfällung. Die Zellmembran wird durchlässig für fibrinogenhaltige Lymphe, die Gerinnungen bewirkt. Die Kerne werden dabei durch Karyorhexis und Karyolysis zerstört (Thünker).

Wählt man endlich die inaktive Elektrode möglichst groß und die aktive Elektrode möglichst klein, so kommt es an der aktiven Elektrode zu einer sehr hohen Stromdichte (= Stromlinienkonzentration), weil an beiden bei Stromdurchgang die gleiche Stromstärke (= Stromlinienzahl) vorhanden sein muß. Bei der Verwendung eines geeigneten Instrumentes (einer Lanzette oder Nadel) entsteht zwischen Elektrode und Körper eine Funkenübertragung, ein sog. Lichtbogen, unter dem das Gewebe wie gespalten von der Schneide eines scharfen Messers auseinanderfällt, wenn man leicht über die Oberfläche hinweggleitet. Die praktische Auswertung dieser Tatsache ist die Anwendung des Hochfrequenzschnittes.

I. Anwendung der chirurgischen Diathermie in der konservierenden Zahnheilkunde.

a) Koagulation der lebenden, gesunden oder entzündeten Pulpa.

Bezeichnend für die Hoffnungen, die man auf die Diathermie und ihre Anwendung in der Zahnheilkunde gesetzt hatte, ist der Satz, den Feiler 1929 schrieb, die Annahme sei berechtigt, daß mit der Einführung der Diathermie die Lösung des Wurzelbehandlungsproblems außerordentlich nahegerückt sei, wenn sie nicht sogar die Lösung selbst bedeute. Nach dem grundlegenden Aufsatz, mit dem Sturm 1927 seine Erfahrung veröffentlichte, erschien eine Flut von Arbeiten über dieses Gebiet. Eine wichtige Stütze für das neue System lag in der Ansicht, daß beim Einführen der als aktive Elektrode verwendeten Miller-Nadel in den zu behandelnden Wurzelkanal, die Koagulation unter allen Umständen zuerst in der apikalen Gegend auftreten müsse, auch wenn sich die Elektrode etwa nur im oberen Drittel befand. Man faßte die Zahnwände mit ihren verschiedenen Bestandteilen als absolutes bezw. relatives Dielektrikum auf. Damit sollte mit der nach apikal fortschreitenden Verjüngung des Wurzelkanals auch die Koagulation des apikalen Pulpengewebes durch die hier erfolgende Konzentration der Stromlinien zuerst auftreten, während Schädigungen des Periodontiums nicht zu erwarten wären. Denn im Wurzelkanal selbst käme es durch die Isolation der Zahnwände zu keiner seitlichen Wärmefortleitung, nach dem Passieren des Foramen apikale aber, das gewissermaßen als Engpaß wirke, zerstreue sich der Strom diffus und erzeuge so keine für das Gewebe nachteilige Erhitzung. Die Gebrüder Flohr glaubten diese Theorie durch einige doch sehr gewagte Versuche erhärten zu können, die zwar sehr demonstrativ waren, aber den tatsächlichen Verhältnissen in dem komplizierten menschlichen Gewebe in keiner Weise gerecht wurden. Wenn in einem mit Hühnereiweiß gefüllten Glasröhrchen z. B., das sich nach der Spitze zu wie etwa die menschliche Pulpa verjüngt, nach dem Eintauchen der Millernadel und Stromschluß die Koagulation zuerst an der Spitze eintritt, so hat das seinen einfachen Grund in der Tatsache der absoluten Leitunfähigkeit von Glas für den elektrischen Strom. Es ist

ein Trugschluß mit denselben Verhältnissen im Dentin rechnen zu wollen, wo nach einer Zählung von Gebhardt zehntausend Dentinkanälchen auf 1 qmm vorhanden sind, womit selbstverständlich Leitungsbahnen für den Diathermiestrom gegeben sind. Ein weiterer Versuch von Flohr mit in Quecksilberagar getauchten Zähnen bewies eindeutig, daß der Strom, wenn die Nadelelektrode das Dentin berührte, quer durch das Dentin zur Wurzelhaut ging. Dieser Agar hat nämlich die Eigenschaft, sich an der Stelle der Erwärmung zu verfärben, was regelmäßig in diesen Fällen auftrat. Flohr meinte jedoch, daß dieser abgeleitete Strom nur sehr klein wäre, sodaß keine Gefahr für das Periodontium bestünde. Auch Feiler stellte bei mit rohem Schinken umwickelten Zähnen, durch die er den Dithermiestrom schickte, eine völlige Austrocknung rings um den Zahn fest.

Schon mit diesen Tatsachen ist die Theorie der Erstkoagulation am Apex erschüttert. Denn das Dentin stellt offenbar für den elektrischen Strom kein Dielektrikum dar. Somit wird auch die Zusammendrängung der Stromlinien am Apex und die damit verbundene Verkochung und Sterilisierung dieser Bezirke illusorisch. Exakte Untersuchungen von Thünker (an Hundezähnen), Falkenstein (an menschlichen Zähnen) u. a. ergaben, daß sich die Koagulationswirkung im wesentlichen nur auf die Umgebung der Nadel erstreckt. In histologischen Schnitten fanden sich in der regio apicalis nur streifenförmige Koagulationszonen, wenn man den Strom in den oberen Kanalabschnitten applizierte. Wurde die Elektrode möglichst weit apikalwärts vorgeschoben, so wurde nie eine vollständige Verkochung der Pulpa, sondern nur eine solche in partiellen Bezirken erreicht, wenn die übliche Dosierung eingehalten wurde. In der unmittelbaren Umgebung der Nadel lagen stets größere Koagulationsbezirke und auch Verkohlungen durch die intensive Hitzeentwicklung. Falkenstein folgerte daraus, daß die Leitungsverhältnisse im Zahn nicht derart sind, daß die Differenz der Widerstände der einzelnen Gewebe ausreicht, um die Koagulation der Pulpa an ihrer engsten Stelle zuerst hervorzurufen. Sturm selbst äußerte sich in einem Aufsatz in der Zahnärztlichen Rundschau 1930 dahin, daß die so wünschenswerte Koagulation der Pulpa an ihren schmalsten Stellen, also am Apex, nicht eintrete, sondern daß

das feuchte Dentin vor der Koagulation der Pulpa so viel Strom an das Periodontium weiterleite, daß es hier zu Schädigungen kommen müsse. Dieser Pionier der chirurgischen Diathermie benutzt die Koagulation seit dem nicht mehr zur Devitalisierung der Pulpa, wie er es anfänglich tat, und kehrte zur Arsenapplikation zurück.

Es liegt auf der Hand, daß die Koagulation einer lebenden Pulpa nur unter Anästhesie erfolgen kann. Ein Zahnarzt, der mit Methoden arbeitet, die seinen Patienten Schmerzen bereiten, würde seinen wirtschaftlichen Ruin hervorrufen. Hier scheiden sich die Fronten der Autoren. Gewichtige Namen stehen auf der einen wie auf der anderen Seite. Ebbers, Flohr, Wolff verwenden die Anästhesie, Balters, Feiler, Münzesheimer sprechen dagegen. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang der Grad der Erwärmung, der im Zahn bei der Anwendung der Koagulation erreicht wird und damit auch seine Rückwirkungen auf das umliegende Gewebe haben muß. Über die erzielten Temperaturen herrscht wegen der Schwierigkeit exakter Meßmethoden noch völlige Unklarheit. Flohr ist der Ansicht, daß Temperaturen von 60° Cels. bei der Koagulation der Pulpa ohne Schädigung des Periodontiums vertragen werden. Münzesheimer glaubt, daß schnell einige 100° erreicht würden. Nach den Untersuchungen von Schlijecker schwanken die Temperaturen, die am Nadelpunkt während der üblichen Zeit von 3 Sekunden und dem gebräuchlichsten Widerstand auftreten, zwischen 37,5 und 79°C. Man muß Münzesheimer zustimmen, wenn er sagt, daß man bei Anwendung der Diathermie unter lokaler Anätshesie nur mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit wisse, daß man falsch dosiert.

Die Verwendung von Milliampèremetern, wie sie die meisten Praktiker benutzen, gibt einen gewissen Anhalt für die Stromdosierung. Doch sind auch hier die von den einzelnen Autoren angegebenen Werte nur als Grenzwerte zu betrachten, die rein empirisch gefunden wurden und von zu vielen variablen Faktoren abhängig sind, als daß sie eine feste Norm zuließen. Der Widerstand eines Leiters ändert sich mit der Größe seines Querschnittes und seiner Länge, d. h. je geringer sein Querschnitt und je größer seine Länge, desto größer ist der Widerstand. Praktisch ist so die anzuwendende optimale Strommenge bei jedem Zahn verschieden. Dazu

treten noch jeweils andere anatomische Gegebenheiten, die in ihren Auswirkungen unübersehbar sind. Bildung von Sekundärdentin, Dentikel, amorphe Verkalkungen, Hyperzementosen, Resorptionsvorgänge, Seitenkanäle, Verzweigungen in der Regio ramificationes schaffen schlechterdings in ihren Auswirkungen nicht objektiv erfaßliche und individuell völlig verschiedene Varianten, die eine geradezu intuitive Geschicklichkeit des Operateurs in der Stromdosierung verlangen, wenn es nicht zu Unter- bezw. Überdosierungen kommen soll.

Auch die Methoden der Hochfrequenzkoagulation der Pulpa sind bei den einzelnen Autoren durchaus verschieden, wenn man freilich die Tatsache der Verwendung verschiedener Apparaturen unberücksichtigt läßt. Immerhin ergeben sich schon allein in der Methodik große Unterschiede. Kristiansen schiebt die Nadel bei eingeschaltetem Strom von 50 bis 60 MA (Milliampère) langsam gegen den Apex vor. Die Behandlung soll nach ihm 20 bis 30 Sekunden in Anspruch nehmen. Sturm koaguliert die Pulpa, indem er in 3 Abschnitten in die Tiefe dringt, und jeweils 2 Sekunden lang bei einer von ihm empirisch bestimmten Stellung seines Drehkondensators Strom gibt. Henseler devitalisiert durch dreimalige Stromgabe von ca. 70—100 MA mit zwischengeschalteten Pausen vom Eingang des Wurzelkanals aus. Die Brüder Flohr schieben die Elektrode bis zum Foramen apikale vor, geben dann hier einen Strom von 80—120 MA für 1 bis 2 Sekunden, nach Pausen von 10 bis 15 Sekunden wiederholen sie dieses Verfahren einmal an derselben Stelle und zweimal von der Mitte des Wurzelkanals aus. Ebbers koaguliert die Pulpa, indem er die Nadel vom Apex zurückzieht, mit 3 bis 5 Stromstößen von je 1 Sekunde Dauer bei 60 bis 80 Ma.

Ein vielgerühmter Vorteil der Diathermiekoagulation der Pulpa soll die Tatsache sein, daß die koagulierte Pulpa sich durch die Verkochung leicht und mühelos in toto exstirpieren lasse. Henseler und Prinz schreiben, daß die Pulpa durch die Koagulation an Zähigkeit gewinne, der bei der Verkochung entstehende Wasserdampf verringere ihr Volumen, und sie werde dadurch von den Kanalwänden etwas abgehoben. Ebbers behauptet, die koagulierte Pulpa sehe voluminöser und größer aus, als wir das sonst gewohnt wären. Sie ließe sich deshalb leichter entfernen, weil sich die Odontoblasten-

fortsätze durch das Auskochen in den Dentinkanälchen gelockert hätten und somit keinen oder nur geringen Widerstand leisten könnten.

Nach den histologischen Untersuchungen von Falkenstein erfolgt die Verkochung der Pulpa jedoch nur in partiellen Bezirken. Das der Kontrolle durch das Auge entzogene Verfahren, das allein dem jeweiligen individuellen Willen des Operateurs überlassen bleibt, kann keine exakte steuerbare Verkochung erzielen. Wo die aktive Elektrode aber die Zahnwände berührt, was offenbar unvermeidlich ist, muß es zur Verkohlung des Pulpengewebes kommen. Auch die Verwendung von bis auf die Spitze isolierten Millernadeln als Elektrode, wie das manche Autoren empfehlen, bedeutet in dieser Hinsicht keinen Fortschritt. Zweifellos muß so der Exstirpationsprozeß erschwert werden. Ebbers schreibt, der Vorteil der Koagulationsmethode gegenüber der gewöhnlichen Exstirpationsmethode der Pulpa unter Anästhesie liege in der Vermeidung der postoperativen Nachblutung in das periapikale Gewebe. Er gibt zu, daß auch bei seiner Methode häufig Nachblutungen auftreten. Schon allein diese Tatsache beweist die Ungenauigkeit und das rein empirische Vorgehen bei diesem Verfahren, daß die Koagulation nicht exakt bestimmen läßt. Er empfiehlt in solchen Fällen nochmaliges Eingehen mit der Millernadel in den Wurzelkanal und Applikation eines oder mehrerer kurzer Stromstöße. Schon Kowarschik weist jedoch darauf hin, daß das bereits koagulierte Gewebe dem Strom einen größeren Widerstand entgegensetzt, sodaß der Strom diese Bezirke nach allen Seiten zu umgehen trachte. Damit ergibt sich die Möglichkeit, daß der Strom nun den bequemeren Weg durch das Dentin nimmt, und es wird so die Gefahr ausgedehnter Verbrennungen des Periodontiums heraufbeschworen.

Die Notwendigkeit der Anwendung von Lokalanästhesie bei der Koagulation lebender Pulpen ist mit der schwerwiegendste Nachteil dieser Methode, wie es schon Wasgien feststellte. Durch den Fortfall des Wärmeempfindens des Patienten, das der einzige Anhalt für die Stromdosierung ist, sind Überdosierungen oder Unterdosierungen, die aus der Furcht vor dem Gegenteil entstehen, unvermeidlich. Beides bedeutet eine große Gefahr. Herz, Hermann, Schmidt, Stadelmann berichten über Verbrennungen der Gingiva

und der Wurzelhaut, ferner über Nekrotisierung und Abstoßung von Sequestern und Zähnen. Gottlieb und Orban untersuchen die Veränderungen im Periodontium nach chirurgischer Diathermie an Hundezähnen. Sie beobachteten sowohl bei normaler als auch bei Unterdosierung ausgedehnte Verwachsungen zwischen Wurzeloberfläche und Alveolarknochen. Die Verwachsung erfolgte durch Verknöcherung des Aufhängeapparates teils von der Zahnoberfläche, teils von der Knocheninnenwand gegen die Mitte des Periodontiums hin. In diesen Knochenbrücken war immer wieder noch die Struktur des Aufhängeapparates zu erkennen. Die genannten Autoren erklären sich diese Verwachsungen so, daß gewisse Bezirke des Periodontiums entsprechend den Stromlinien nekrotisch werden. In diesen nekrotischen Gebieten werde Kalk in die Fasern selbst oder zwischen die Fasern abgelagert. Unter Mithilfe der noch verschont gebliebenen oder sich wieder erholenden Zellen käme es unter Einschluß der zum Teil verkalkten Partien des Aufhängeapparates zur Bildung von Knochen. Aus der Umgebung, wo es nicht zur Nekrose gekommen wäre, könne ein Anbau oder Abbau von Knochen erfolgen. Nach ihren histologischen Untersuchungen hatte das Bindegewebe des Aufhängeapparates zum größten Teil seine Kernfärbung eingebüßt. Das Gewebe war in seiner Gesamtheit nekrotisch. Die Gefäße zeigten Thrombosen, rote Blutkörperchen lagen frei im Gewebe und um die Gefäße herum. Auch die Nerven des Periodontiums hatten unter der Einwirkung der Diathermie gelitten. Die Myelinscheiden waren größtenteils zerfallen, und auch die Achsenzylinder waren geschrumpft oder zu Grunde gegangen. Czernyei's histologische Untersuchungen der Diathermiewirkung auf das Periodontium und das umliegende Gewebe ergaben mehr oder weniger schwere Veränderungen in Form von Ödemen der Markräume, multiplen Abscessen und Anzeichen von lakunärer Resorption. Ein mit stark überdosiertem Strom behandelter Zahn (die Untersuchungen erfolgten an Hundezähnen) fiel nach 4 Tagen aus. Die Alveole dieses Zahnes zeigte nach 6 Monaten im histologischen Bild nur teilweise Knochenneubildung.

Wenn man sich die Gefahrenmomente bei der Koagulation der lebenden Pulpa vergegenwärtigt, wird es verständlich, daß die meisten Autoren zur Devitalisation mit Arsen zurückgekehrt sind. Sie

verwenden wie Sturm nach der Arsenapplikation das Diathermieverfahren höchstens zur Erleichterung der Exstirpation, oder wie andere zur Erzielung einer besseren Sterilisierung der Wurzelkanäle. Nur einige Praktiker an ihrer Spitze Ebbers, halten an dieser Methode fest. Entfällt so der vielgerühmte Vorteil, mit der Diathermiekoagulation der Pulpa eine Wurzelbehandlung in einer Sitzung beenden zu können, so muß das ganze Verfahren überhaupt wegen seiner Gefährlichkeit und der unkontrollierbaren Auswirkungen abgelehnt werden. Es kann nur die Schlußfolgerung geben, daß die Koagulation lebender Pulpen auf das strengste kontraindiziert ist.

b) Die Behandlung der Pulpa gangrän mit chirurgischer Diathermie.

Ein wichtiges Indikationsgebiet der chirurgischen Diathermie in der Zahnheilkunde ist nach Ansicht der meisten Autoren die Gangränbehandlung. Doch auch hier hat das Verfahren, das anfänglich eine restlose Lösung dieses schwierigsten Kapitels der zahnärztlichen Wurzelbehandlung zu bringen schien, gewisse notwendige Einschränkungen erfahren. Wenn noch Flohr annahm, daß die Sterilisation der Regio ramificationes, wo die restlose mechanische Entfernung der etwa in diesen Verzweigungen befindlichen Bakterien auf unüberwindliche Schwierigkeiten stoße, für den Diathermiestrom erreichbar wäre, so ist diese Meinung unhaltbar. Erstens wirkt der Strom nur in der nächsten Umgebung der Nadel, sodaß die Durchgängigkeit des oder der Wurzelkanäle bis zum Foramen apikale verlangt werden muß, und zweitens wird der Strom bei dem etwaigen Vorhandensein mehrerer Seitenkanäle nach dem Kirchhoff'schen Stromverzweigungsgesetz den Kanal zum Abfluß wählen, der ihm den geringsten Widerstand bietet, während alle anderen Seitenkanäle nicht sterilisiert würden.

Das Ideal der Wurzelbehandlung ist die Vernichtung der aeroben und anaeroben Bakterien in den Wurzelkanälen. Da bei dem gangränösen Zerfall der Pulpa auch meistens eine Infektion des periapikalen Gebietes eingetreten ist, muß der Infektionsherd beseitigt und eine Reinfektion des Gewebes verhindert werden. Min-

destens muß aber eine derartige Keimarmut durch die Behandlung und anschließende Wurzelfüllung erreicht werden, daß die Abwehrkräfte des Organismus die Oberhand über noch vorhandene oder geschwächte Keime erringen können.

Es muß in diesem Zusammenhang ein Blick auf die Bakterienflora der gangränös erkrankten Pulpa geworfen werden. An aeroben Bakterien kann der gangränöse Wurzelkanal alle auch sonst im Mund vorkommenden enthalten. Den Hauptteil stellen die Streptokokken, da sie 95% aller gefundenen Bakterien ausmachen. Es überwiegen vor allem der Streptococcus lacticus (Kruse) und der Bacillus acidophilus. Fischer-Schick fanden nur vereinzelt den Streptococcus haemolyticus oder pyogenes. Das Transmutabilitätsvermögen des Streptococcus haemolyticus über Streptococcus viridans zum Streptococcus pyogenes wird von diesen Autoren bestritten. Die genannten Bakterien haben nur eine geringe Pathogenität, das Entstehen der schweren Krankheitsbilder bei der Pulpagangrän muß deshalb auf die Anwesenheit von anaeroben Bakterien zurückgeführt werden. Das sind nach Fischer-Schick:

1. der Micrococcus Fischer-Schick, der Gasbildung, aber keinen üblen Geruch zeigt, gegen höhere Temperaturen sehr empfindlich und im Tierversuch pathogen ist.

2. der Bacillus emphysematosus dentium (Fischer-Schick). Er ist sporenfrei, in seinen Varianten dem bacillus emphysematosus Fränkel, dem Erreger des Gasbrandes sehr ähnlich, aber nicht mit ihm identisch, und sehr stark pathogen.

3. der Bacillus putrificus, der Sporen bildet, und mit dessen Pathogenität nach neueren Untersuchungen auch gerechnet werden muß.

Die bakterizide Wirkung der Diathermie in therapeutischen Dosen erstreckt sich bei der Gangränbehandlung direkt nur auf thermolabile Bakterien. Eine Abtötung von Staphylokokken und Streptokokken ist nicht zu erwarten. Streptokokken werden erst nach 20 Minuten bei einer Temperatur von 55° C. vernichtet. Eine derartige Intensität und Einwirkungsdauer des Diathermiestromes müßte jedoch unbedingt zu einer Schädigung des Periodontiums durch fortgeleitete Wärme führen, da das Gewebe nach den Unter-

suchungen von Flohr nur eine Temperatursteigerung von 6°, d. h. nicht über 43° C. ohne Schädigung verträgt.

Somit ist die Erzielung einer Sterilisation der Wurzelkanäle ohne Anwendung von Desinfektionsmitteln nicht möglich. Die bakteriologischen Untersuchungen von Wasgien, Friedberg u. a. ergaben, daß die alleinige Verwendung der Diathermie keine völlige Sterilität des infizierten Dentins erreichen läßt. Diese Tatsache führte dazu, daß man heute allgemen chemische Desinfizientien wie Hypochlorit, Chloramin (Heyden), Neoantiformin (Klein), Kaliumbichromat, Kalilaugenlösung oder das von Ebbers benutzte Pulpolyt (ein 10%iges Kaliumhyperchlorid) anwendet. Es ist in diesem Zusammenhang eine sehr wertvolle Eigenschaft der Medikamente, daß Erwärmung ihre antibakterielle Wirkung steigert; so erfährt eine Chloraminlösung bei einer Erwärmung auf 50° C. eine 20fache Erhöhung ihrer bakteriziden Wirkung gegenüber einer solchen von 20° C. In dieser Methode ist das wichtigste Moment der modernen Gangränbehandlung mit der Diathermie zu suchen.

Freilich ist die Erhitzung nicht das einzig Ausschlaggebende bei der Diathermiebehandlung der gangränösen Pulpa. Sonst müßte die Einführung einer heißen Nadel (Platinnadel, Kauter) in den Wurzelkanal denselben Erfolg erreichen lassen. Versuche zeigten, daß mit dem Kauter behandelte gangränöse Zähne keinen hermetischen Verschluß vertrugen, während dies bei mit Diathermie behandelten Zähnen schon nach der ersten Sitzung geschehen konnte. (Laszlo Molnar). Daraus geht hervor, daß die Diathermie eine biologische, stoffwechselfördernde, lymphogene und die Virulenz der Keime herabsetzende Wirkung hat, die dem Kauter fehlt.

Da die chirurgische Diathermie keine Fernwirkung ausübt, sondern eine nur rein lokale, und in der mit chemischen Agentien kombinierten modernen Gangränbehandlung auch nur von diesen Substanzen erreichbare Gebiete beeinflussen kann, wird heute allgemein verlangt, daß nur solche Zähne und Wurzelkanäle mit der chirurgischen Diathermie behandelt werden dürfen, die bis zum Foramen apikale durchgängig sind. Darunter fallen also Schneidezähne und evtl. Prämolaren, während Molaren schon meistens auszu schließen sind. Bei der nur lokalen Wirkung des Diathermiestromes wird die erreichte Wärme verständlicherweise in den Den-

tinkanälchen rasch abnehmen. Nach Untersuchungen am Hygienischen Institut der Universität Leipzig 1931 (zit. nach Scheer) konnte so festgestellt werden, daß aus diesem Grunde die in den Dentinkanälchen ruhenden Kolonien bezw. Sporen zum Auskeimen angeregt wurden. Allerdings vernichtete eine nachfolgende Diathermiebehandlung die Keime fast restlos. Unter diesen Umständen muß gefordert werden, daß eine Gangränbehandlung mit chirurgischer Diathermie sich mindestens auf 2 Sitzungen zu erstrecken hat. Wenn viele Autoren von ausgezeichneten klinischen Erfolgen bei gangränösen Zähnen berichten, die sie nur in einer Sitzung dem Diathermieverfahren unterzogen hatten, so ist Skepsis hier durchaus angebracht. Der klinische Erfolg allein und auch ein röntgennegativer Befund, auf den sich viele Autoren an Hand ihrer in gewissen Zeitabständen angefertigten Kontrollaufnahmen berufen, kann kein Kriterium für eine erfolgreiche Therapie bedeuten. Es gibt eine Anzahl von heimtückischen Fällen, die sich dadurch auszeichnen, daß trotz des Fehlens klinischer Erscheinungen erhebliche Zerstörungen von Knochensubstanz im periapikalen Gewebe vorhanden sein können. Ein röntgennegativer Befund schließt aber ebenso wenig die Möglichkeit pathologischer Vorgänge im Gewebe aus, da Fehler in der Projektion und andere Ursachen dies nur vortäuschen können. Exakte bakteriologische und histologische Untersuchungen allein, die noch ausstehen, vermögen hier zu entscheiden. Die Gefahr der Herdinfektion muß zur Anwendung von nur wissenschaftlich erprobten und einen positiven Erfolg versprechenden Erfahren mahnen, während unsichere oder nur erfahrungsmäßig Erfolge zeitigende Methoden von vornherein auszuscheiden haben.

Im Gegensatz zu der bei der Diathermiekoagulation lebender Pulpen notwendigen Anwendung der Anästhesie, welches Verfahren nach unserer Auffassung wie bereits ausgeführt, abgelehnt werden muß, ist Anästhesierung bei gangränös erkrankten Zähnen nicht erforderlich, da das Gewebe ja bereits zerfallen und aufgelöst und damit auch die an das Vorhandensein noch intakter Nervenbahnen gebundene Schmerzempfindung aufgehoben ist. Die Dosierung des Diathermiestromes bei der Diathermiebehandlung gangränöser Zähne findet hier einen Höchstwert in der Erreichung der sogen. Toleranzgrenze. Man versteht darunter die maximalste Erwärmung

in dem der Behandlung unterliegenden Zahn, die ein Patient noch ohne Reizempfindung zu ertragen vermag. Die geringste Überschreitung dieser Grenze führt zur Reizschwelle. Durch die Erwärmung wird dann bei dem Patienten ein unangenehmes, warmes, brennendes oder stechendes Gefühl ausgelöst. Nach den Untersuchungen von Grabars ist die Toleranzgrenze für jeden Zahn eine konstante und hängt nach ihm von folgenden Faktoren ab:

1. von der Höhe und dem Querschnitt der im Wurzelkanal befindlichen Desinfektionsflüssigkeit;
2. von der Zahngattung;
3. von dem Alter des Patienten, wobei die Weite des Foramen apikale, die Dichte des Wurzeldentins, die Verdichtung der Zementstruktur (Umwandlung in Faserzement bedingt eine Abnahme der Vitalität), evtl. atrophische Vorgänge der Nerven und Gefäße im Periodontium und endlich die mit höherem Alter eintretende allgemeine Abnahme der Sensibilität eine Rolle spielen.
4. von der überhaupt vorliegenden Erkrankung des Zahnes und seiner Umgebung.

Lassen sich auch immerhin gewisse Werte als Anhalt gewinnen, so muß doch festgestellt werden, daß die Aufstellung bestimmter exakter Richtlinien in der Stromdosierung unmöglich ist. Die Methode bleibt trotz allem empirisch und ist auf die Geschicklichkeit praktscher Erfahrung und Anpassungsfähigkeit des Operateurs an den einzelnen individuellen Fall angewiesen, was unbedingt Gefahren in sich birgt. Die Tatsache, daß die Toleranzgrenze für jeden Zahn eine konstante ist, was als Selbstverständlichkeit angesehen werden muß, bedeutet in diesem Zusammenhang nicht viel. Denn zunächst muß sie ermittelt werden. Die Indolenz aber auch die Hypersensibilität mancher Patienten bedeuten eine weitere Erschwerung für die Feststellung objektiv zutreffender Werte. Trotzdem kann dieser Methode, von gewissen Gefahren abgesehen, die Brauchbarkeit nicht abgesprochen werden, wenn sie vorsichtig und verantwortungsbewußt gehandhabt wird.

Ist auch die restlose Vernichtung der Bakterien und damit die Erzielung einer völligen Sterilisation gangränöser Zähne fraglich, so läßt sich jedoch sicher eine weitgehende Keimarmut bei der Anwendung der Diathermie erzielen. Die alleinige Anwendung des

Diathermiestromes vermag allerdings keine ausreichende Desinfektion der infizierten Gewebe zu erreichen. Nach Untersuchungen von Wasgien war an bakteriologisch verarbeiteten Wurzelspitzen, die der üblichen Diathermiebehandlung unterzogen und unter sterilen Kautelen gewonnen waren, stets Bakterienwachstum nachzuweisen. Dasselbe berichten Müller (Münster) und Levy.

Nur die kombinierte Methode der Diathermieanwendung im Verein mit der Anwendung chemisch bakterizider Mittel ist in der Lage, brauchbare Resultate zu liefern. Im allgemeinen hat sich daher ein Verfahren in der Gangränbehandlung mit der chirurgischen Diathermie eingebürgert, das etwa der modifizierten Arbeitsweise von Ebbers entspricht. Es soll darum hier angeführt werden. Die einzelnen Phasen sind dabei folgende:

1. Eröffnung des Zahnes und vorsichtige Reinigung des Kavums.
2. Abfunken (Fulgurisieren) des Kavums, darauf millimeterweise fortschreitendes Abfunken des Kanals, um ein Durchstoßen der gangränösen Massen durch das Foramen apikale zu vermeiden.
3. Einpumpen von chemischen Desinfizientien (Natrium oder Kaliumhypochlorit, oder Chloramin) in den Kanal.
4. Einführen der Millernadel in den Wurzelkanal, soweit es die anatomischen Verhältnisse gestatten, und Stromgabe. Es muß die individuelle Toleranzgrenze eingehalten werden. Im allgemeinen wird eine Stromsteigerung bis höchstens 60 MA verlangt.
5. Absaugen des Kanalinhaltes, Einpumpen von neuen Medikamenten und erneute Stromgabe.
6. Zugabe von H_2O_2.
7. Absaugen der Flüssigkeit mit Papierspitzen.
8. Austrocknen des Kanals mit Alkohol.

Ebbers will im Anschluß an seine, mit dem vorher geschilderten Verfahren fast völlig übereinstimmend durchgeführte Behandlung der Gangrän in den meisten Fällen sofort die endgültige Wurzelfüllung folgen lassen. Er betont ausdrücklich, daß er den Zahn nur dann nicht nach der ersten Sitzung endgültig abschließe, wenn eine nach den geschilderten Maßnahmen sofort angeschlossene Prüfung noch eine Sekretion ergeben sollte.

Neuere Arbeiten und Autoren wie Scheer, Maszlo verlangen jedoch bei schwacher Gangrän eine Alkoholkontrolleinlage, bei star-

ker Gangrän aber die Einlage einer mit Chlorphenolkampfer getränkten Papierspitze und die Wiederholung der Diathermiebehandlung. Erst bei völliger Geruch- und Sekretlosigkeit und dem Fehlen jeder klinischen Reaktion darf nach ihnen die Wurzelfüllung vorgenommen werden.

Gegenüber der rein medikamentösen Behandlung der Pulpagangrän scheint das Diathermieverfahren gewisse Vorteile zu bieten. Einmal wird die Desinfektionskraft der verwendeten Medikamente erheblich gesteigert und zweitens wirken die Diathermieströme nach dem Passieren des Foramen apikale, wo sie sich diffus zerstreuen und damit ihre schädigende Wirkung auf das Gewebe verlieren, im Sinne der medizinischen Diathermie. Es ergibt sich so eine angenehme therapeutische Nebenwirkung. Die Erwärmung durch die Diathermie führt, wie auch sonst, durch die besonderen physiologischen Wirkungen der Hochfrequenzströme in den periapikalen Bezirken zur Hyperämie und Hyperlymphie. Der Stoffwechsel wird gesteigert, und es entsteht eine erhöhte Phagozytose und Resorption. Jede Blutanreicherung bedeutet eine Erhöhung der Abwehrkräfte des Organismus. Die verstärkte Lymphzirkulation bewirkt eine gesteigerte Bekämpfung von Mikroorganismen und zugleich vermehrten Abtransport und Resorption pathologischer Produkte. Die verursachte Hyperämie bedingt ferner Schmerzstillung und Herabsetzung der Sensibilität, die nach Bier und seiner Schule ihren Grund nur in der Blutanreicherung ohne Rücksicht auf die Entstehungsursache hat, nicht etwa eine Folgewirkung der Wärme ist. Offenbar scheint jedoch der medizinischen Diathermie auch ein spezifisch analgesierender Faktor zuzukommen. Kowarschik beobachtete eine auffallende Schmerzstillung bei kurzer Einwirkungszeit sehr geringer Stromstärken, die keine besondere Tiefenwirkung bezw. Hyperämie zeitigen konnten. Henseler und Prinz suchen eine Erklärung dieses Phänomens darin, daß die hochfrequenten Schwingungen der Diathermie in den Nervenzellen Veränderungen hervorrufen, die heute chemisch noch nicht faßbar wären, wodurch eine Herabsetzung des zentripetalen Reizleitungsvermögens eintrete. Diese antibakteriellen stoffwechselsteigernden und schmerzstillenden Faktoren der Diathermie sind sicher eine wertvolle Unterstützung für die Gangränbehandlung.

Wird das Ergebnis dieser Ausführungen zusammengefaßt, so ist zu sagen: Auch für die Gangränbehandlung mit der Diathermie ist Durchgängigmachung der Kanäle und Erreichung des Apex Voraussetzung für eine erfolgreiche Therapie. Sie ist bei allen anderen Fällen kontraindiziert. Da eine Sitzung zur Erzielung einer ausreichenden Keimfreiheit nicht genügt, sind mindestens zwei Sitzungen zu verlangen, bezw. die Behandlung so lange fortzusetzen, bis sich völlige Reaktionslosigkeit in jeder Hinsicht ergibt. Die Anwendung der Diathermie bei der Wurzelbehandlung gangränöser Zähne bedeutet so keineswegs das Ideal der Behandlungsverfahren, sie ist auch nur eine Methode neben anderen. Immerhin scheint sich jedoch durch die chirurgische Diathermie wegen ihrer besonderen physiologischen Wirkungen gewisse Vorteile gegenüber anderen Wurzelbehandlungsmethoden zu bieten. Freilich ist es eine andere Frage, ob sich allein aus diesen Gründen die Anschaffung eines immerhin doch teueren Diathermieapparates für den praktischen Zahnarzt rentiert.

c) Granulombehandlung.

Die Ansichten der Autoren über die Indikation der chirurgischen Diathermie zur Granulombehandlung sind völlig entgegengesetzt. Klein, Feiler und Müller treten für sie ein. Flohr, Levy, Sturm und Wasgien lehnen sie ab. Die Gebrüder Flohr halten die Möglichkeit einer Verödung periapikaler Granulationsmassen für zweifelhaft. Sie wollen nur eine Verschorfung des Granuloms erreichen, indem sie die isolierte aktive Elektrode etwas über das Foramen hinausführen und langsam einen Strom ganz geringer Stärke geben, ohne daß Schmerzempfindung beim Patienten eintritt. Feiler berichtet von glänzenden Erfolgen. Nach ihm besteht die Gefahr einer Knochenschädigung nicht, da eine Tiefenwirkung über einen begrenzten Bezirk nicht stattfindet, und der Strom nur bei direkter Berührung mit dem Knochen durch diesen hindurchgeht, während er sonst den geringeren Widerstand des umgebenden Gewebes ausnutzt. Es käme erstens zu einer Beeinflussung der protoplasmatischen Massen in den Dentinkanälchen, zweitens zu einer Keimvermittlung im Kanalinhalt und Granulom und drittens zu einer Umwandlung der Granulationen im Narbengewebe. Diese

Verödung äußere sich in einem klinischen Nachlassen der Sekretion.

Vergegenwärtigt man sich die Pathogenese des „Granuloms", so entsteht dies durch entzündliche Vorgänge. Es kommt schließlich zum Zerfall des Granulationsgewebes, das sich gewissermaßen als Schutzwall gegen eine Bakterieninvasion aus dem Wurzelkanal und den sich daraus ergebenden periapikalen Reizzustand gebildet hat. Die Granulationsmassen sind also eine sekundäre Erscheinung und ein Folgezustand lokaler entzündlicher Ereignisse. Das Granulom ist im akuten Zustand stets mehr oder weniger schmerzhaft und erst, wenn der Prozeß durch Demarkierung, Einschmelzung und Zerfall chronisch geworden ist, tritt in diesem Bezirk durch die Vernichtung der sensiblen Nervenbahnen Unempfindlichkeit ein. Mit Recht warnt Prinz vor dem Versuch einer Verödung des Granuloms vom Wurzelkanal aus. Da sich der Strom nach dem Passieren des Foramen apikale diffus in das umliegende Gewebe verbreitet, wird ohne Vornahme von Anästhesie eine Intensität des Stromes, die zur Verödung der Granulationsmassen ausreicht, erst dann erzielt werden können, wenn ein unerträgliches Wärmegefühl in der Wurzelhaut und die sich daran anschließenden schweren Schädigungen auftreten. Mit Anästhesie jedoch sind die Gefahren der dann ganz unkontrollierbaren Stromdosierung noch größer. Da die Wärme in diesem Fall erst in der Empfindungszone verspürt werden wird, muß eine Schädigung des Periodontiums durch das Dentin hindurch durch die im Wurzelkanal notwendigerweise erfolgende Konzentration der Stromlinien als unvermeidlich erscheinen.

Von dieser Tatsache ausgehend, nimmt Prinz die Verkochung wie Feiler ohne Anästhesie im Herde selbst vor. Die bis auf die Spitze isolierte Millernadel wird als aktive Elektrode durch das Foramen hindurchgeführt, bis der Patient mit Schmerzgefühl reagiert, und damit die Erreichung gesunden Gewebes angezeigt wird. Dann wird die Nadel etwas zurückgezogen und von der nun nach Ansicht von Prinz erreichten Mitte des Granuloms ein Strom von geringer Stärke, aber längerer Dauer appliziert. Klein vergrößert das Foramen, wenn nötig, mit Kerrfeilen, während Prinz sogar bei großer Biegung oder Feinheit des Wurzelkanals mit dem Beutelrockbohrer eine neue Passage schafft. Ist es nicht möglich, infolge abnormer Lage des Granuloms in dies hineinzugelangen, so will

Prinz die Verkochung vom Foramen apikale aus vornehmen. Eine etwaige Überdosierung hat nach Prinz keine Bedeutung, da die Verkochung gesunden Gewebes nur eine minimale Schmerzempfindung auslöst, die nach seinen Erfahrungen in ca. 14 Tagen völlig abklinge. Die restlose Zerstörung des ganzen Herdes wäre, wie Prinz offen zugibt, überhaupt kaum möglich, aber auch nicht notwendig, da im Innern des Granuloms auf thermischem Wege nur eine größtmögliche Keimarmut erreicht und der Bakteriennachschub unterbunden werden müsse. Das ließe sich durch exakte Sterilisation des Wurzelkanals und anschließende Wurzelfüllung unbedingt ermöglichen. Käme es aber trotzdem zur Absceßbildung, wenn die Bakterien trotz Phagozytose, Hyperämie usw. die Oberhand gewännen, so schaffe eine Incision in wenigen Tagen Abhilfe und Heilung.

Die histologischen Veränderungen im Granulationsgewebe sind dieselben, wie sie auch sonst bei der Elektrokoagulation auftreten. Ein Unterschied besteht nur darin, daß hier schon ein eigenartiges und pathologisch verändertes Gewebe vorliegt. Nach den Untersuchungen von Eisenlohr ergaben sich als Wirkung der chirurgischen Diathermie auf apikal-ostitische Herde folgende Eigentümlichkeiten im histologischen Befund. Als Ausdruck primärer Gewebsschädigung durch die chirurgische Diathermie fanden sich an der Stelle, wo der Funke zwischen Elektrode und Gewebe übersprang, homogene bis großschollige gelbbraune Strukturen, darunter teils völlig verkohlte Gewebstrümmer, die wohl nach Kückens aus nekrotischen und verkohlten Geweben geronnenem Blut und ausgetretenen Blutzellen entstanden sind. Sie umgaben eine Nekrosezone, die Hitzespalten und -Waben aufwies. Nach Schridde ist die Ursache hierfür die Sprengwirkung explosionsartig verdampfender Gewebsflüssigkeit. Charakteristische Veränderungen wie Hyperchromasie, Pyknose und Schrumpfung, die nach Diathermiebehandlung an gesundem Gewebe von Stephan, Döderlein u. a. gefunden wurden, sind an sich schon in unbehandelten entzündlichen Granulationsgewebe vorhanden, sodaß die Grenzen einer evtl. Folgewirkung der Diathermiekoagulation hier schwer zu ziehen sind. Eisenlohr will sie in vorher nicht pathologisch veränderten Gewebsbezirken gefunden haben. Der Brandschorf gebe einen che-

motaktischen Reiz auf das umliegende Gewebe ab. Leukozyten dringen in die Maschen des Brandschorfs ein, wobei allerdings die Hitzefixation lange Zeit eine Veränderung des Gewebes verhindere. So bilde sich neben dieser primären Nekrosezone erst nach Stunden die Zone der sekundären Gewebsschädigung. Dann erst läßt sich die ganze Ausdehnung des überhaupt geschädigten Gebietes feststellen. Der Heilverlauf sehe Bindegewebsneubildung, die von der Peripherie ausgehe. Der Nekroseherd werde abgekapselt und der nekrotische Gewebssequester durch Granulationsgewebe aus der bindegewebigen Kapsel abgebaut. Auf die Vorgänge im Alveolarknochen geht Eisenlohr nicht ein, sondern beruft sich hier auf die bekannten Beobachtungen von Gottlieb und Orban und die Untersuchungen von Immenkamp, der die Schädigungen im Alveolarknochen bei Gingivektomie prüfte. Sie bestehen wegen der Überempfindlichkeit des Knochens, die durch seinen großen elektrischen Widerstand und durch die bei ihm vorliegenden eigenartigen Zirkulationsverhältnisse bedingt sind, in einer dichtzelligen Infiltration der Markräume und mehr oder weniger ausgedehnten Knochennekrosen als Folge schwerer Gefäßschädigungen und der damit einhergehenden Ernährungsstörungen.

Die Untersuchungen von Eisenlohr haben höchstens wissenschaftliches Interesse. Allein einfache anatomische Überlegungen müssen zu einer Ablehnung der Granulombehandlung mit chirurgischer Diathermie führen. Es gibt keine Möglichkeit, objektiv und exakt die Lage eines Granuloms festzustellen. Das Röntgenbild vermag nur einen Anhalt zu geben, und wäre es möglich, etwa stereoskopisch die Situation zu klären, so müßte sich gerade daraus in den meisten Fällen eine Kontraindikation dieses Behandlungsverfahrens ergeben. Denn mag vereinzelt das Granulationsgewebe sich auch konzentrisch um den Apex ausbreiten, so ist das sicher nur ein Zufallsbefund. Die Lokalisation wird überwiegend völlig wahllos sein und von den jeweiligen pathologischen Gegebenheiten abhängen, die zu variabel sind, um irgend eine Norm aufstellen zu können. So mutet das Verfahren von Feiler, Prinz usw. wie eine mathematische Spielerei an, die den anatomischen Verhältnissen mit ihrer Schematisierung nie gerecht werden kann und zu viele Gefahren heraufbeschwört, als daß es einen Anspruch auf wissen-

schaftliche Exaktheit erheben könnte. Die Autoren widerlegen sich schon selbst, wenn sie zugeben, daß unter Umständen die Koagulation wegen der abnormen Lage des Granuloms nicht erreicht werden könnte. Wie man dann darauf verfallen kann, die Koagulation vom Foramen direkt aus vornehmen zu wollen, bleibt im Dunkeln. Es muß bei dieser Methode unbedingt zu schweren Schädigungen des gesunden Gewebes und des Knochens kommen, wofür die Erfahrungen von Gottlieb, Orban und Immenkamp ein Fingerzeig sind. Münzesheimer ist im vollsten Recht, wenn er diese Methode bei der unregelmäßigen Ausdehnung der Herde wegen des Fortfalls der Augenkontrolle unbedingt ablehnt. Wenn Prinz zugibt, daß meist nur eine Keimarmut in dem sogen. Granulom erreicht werden kann und die Sterilisierung und bakteriendichte Wurzelfüllung, die den Bakteriennachschub verhindere, zu einer erfolgreichen Therapie ausreiche, so läßt sich nicht einsehen, warum erst ein derartig gefährliches und in seinen Auswirkungen völlig unübersehbares Verfahren angewendet werden soll, obwohl andere ungefährliche Methoden sicher dasselbe erzielen können. Münzesheimer berichtet über sein Diathermieverfahren der Behandlung gangränöser Zähne mit anschließender Radisanfüllung. Granulome waren nach ihm teils verschwunden, teils auf die Hälfte ihrer Größe zurückgegangen. Er sieht den Grund dafür in der Tatsache, daß nach Aufhören der Infektion des periapikalen Gewebes aus dem Wurzelkanal der entzündliche Prozeß zur Ausheilung kommt, weil die Abwehrkräfte des Organismus dann die Oberhand über die Keime gewinnen. Die Ergebnisse exakter Untersuchungen von Osten-Sacken, der unter einem Material von 59 Granulomen 25 sterile nachweisen konnte, können vielleicht überhaupt beweisen, daß eine gut durchgeführte Wurzelbehandlung schon für einen evtl. vorliegenden bakterienfreien Herd zur Sanierung ausreicht.

Die kritischen Untersuchungen von Andersen haben mit der direkten Granulombehandlung nichts zu tun. Das von ihm angewandte Verfahren, wobei er den Diathermiestrom zuerst im ersten Drittel des Wurzelkanals unter ständiger mechanischer und antiseptischer Reinigung und dann möglichst in der Nähe des Foramen apikale appliziert, entspricht nur der üblichen Gangränbehandlung mit chirurgischer Diathermie und beweist höchstens auch die Tat-

sache, daß periapikale Herde nach Beseitigung der Infektion, des Bakteriennachschubes, Sterilisierung des Kanals und exakter Wurzelfüllung zur Ausheilung gebracht werden können, was allerdings längere Zeiträume (ca. ½ Jahr) in Anspruch nimmt. Das sind Beobachtungen, die schon oft gemacht worden sind und die sich auch mit anderen Methoden als der chirurgischen Diathermie allein erreichen lassen.

Wenn Prinz erklärt, daß es trotz der Diathermiebehandlung der Granulome häufig zur Abscedierung komme, die eine Incision notwendig mache, so beleuchtet das schlagartig die ganzen Mängel dieser Methode. Auf Umwegen gelangt er also dennoch zu einem chirurgischen Eingriff. Es bleibt unklar, warum trotz der offensichtlichen Unzulänglichkeiten, offenbar allein um einer Fiktion willen, an einem nicht restlosen Erfolg bringenden Verfahren festgehalten wird, wenn die radikale Methode der Wurzelspitzenresektion in der Lage ist, eine völlige Sanierung zu erreichen, die dann sicher besser sofort gewählt werden sollte.

II. Anwendung von Hochfrequenzschnitt- und Elektrokoagulation in der chirurgischen Zahnheilkunde.

1. Vorbemerkungen:

a) Histologische Vorgänge und Wundheilung.

Die physikalischen Grundlagen sind bereits anderweitig erörtert worden. Es kann sich hier nur darum handeln, die Vorgänge im Gewebe, die Heilungstendenz nach der Diathermieoperation zu schildern und daraus einen Abriß der Indikationsgebiete zu geben.

Die entstehenden Gewebeveränderungen und die Tiefenausdehnung der gesetzten Koagulation müssen unser besonderes Interesse erfordern, da hiervon die Heilungstendenz der Wunde und überhaupt die therapeutische Verwendung abhängig ist. Die Form der Gewebeveränderungen war nach Kückens im histologischen Bild folgende. Er unterscheidet an den Schnitträndern 3 Zonen:

1. Direkt an der Schnittfläche liegt ein Brandschorf, der sich aus nekrotischem verkohlten Gewebe, geronnenem Serum und ausgetretenen Blutzellen zusammensetzt. Darunter folgen kleine und größere Vakuolen, sogen. Hitzewaben nach Schridde.

2. Es schließt sich eine Zone an, die durch verwaschene Zeichnung des Gewebes und tiefblaue Färbung desselben mit dem Kernfarbstoff gekennzeichnet ist. Das Gewebe ist hier stark geschrumpft. Die Zellkerne zeigen Hyperchromasie, Pyknose und Schrumpfung. Entnimmt man die Präparate sofort nach der Operation zur Untersuchung, so geht dieser zweite Bezirk direkt in das zu dieser Zeit noch nicht besonders verändert erscheinende angrenzende Gewebe über.

3. Wenn man die Präparate aber mehrere Stunden oder einige Tage nach der Operation zur Untersuchung heranzieht, so hat sich jetzt eine dritte Zone herausgebildet, die sich gürtelförmig um den 2. Bezirk herumlegt, und in der das Gewebe völlig nekrotisch ist. Die Gewebsnekrose hat also weiter um sich gegriffen. Diese 3. Zone hebt sich einerseits durch eine hellere Färbung von der dunkleren 2. Zone und andererseits wieder von dem angrenzenden gesunden Gewebe ab.

Die wahre Ausdehnung der Gewebsschädigung beim elektrischen Funkenschnitt kann also nur an Präparaten beurteilt werden, die mehrere Stunden oder einige Tage nach der Operation entnommen werden. Bei der Wundheilung muß der ganze Nekrosebezirk organisiert und ausgestoßen werden.

In der Ausbreitung der Gewebeveränderungen nach der Tiefe zu und der Gleichmäßigkeit des Auftretens bestehen bei den verschiedenen Fällen Unterschiede, die zum Teil durch den verschiedenen spezifischen Leitungswiderstand und den verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt der Gewebe bedingt sind. Kückens beobachtete, daß Krebszapfen selbst noch in weiterer Entfernung von der Schnittfläche geschädigt und abgetötet waren, wobei im umliegenden Bindegewebe keine Schädigung zu erkennen war. Er weist in diesem Zusammenhang auf die klinische Bedeutung dieser Tatsache für die Krebsoperation hin. Den Ausgangspunkt für die Organisationsprozesse bilden die intakt und lebensfähig gebliebenen Zellen des Gefäß- und Bindegewebsapparates.

Quergestreifte Muskulatur reagiert auf den Funkenschnitt damit, daß am Schnittrand die einzelnen Muskelfasern infolge der Schrumpfung dicht nebeneinander liegen, schmäler sind und verwachsene Zeichnung zeigen. Die Querstreifung ist meistens verschwunden.

Bei der glatten Muskulatur und am Bindegewebe sieht man eine Verbreiterung und ein Zusammenkleben der kollagenen Fasern und Bündel des Bindegewebes, das infolge des dichten Zusammenliegens der Fasern ein weniger weitmaschiges Gefüge erhalten hat.

Fettgewebe zeigt starke Verkohlung, da es dem Strom einen großen Leitungswiderstand entgegensetzt. Durch die Verkochung der hier besonders reichlich vorhandenen Gewebsflüssigkeit entstehen in ihm große Hitzewaben.

Nervengewebe weist eine verwaschene Zeichnung der Fibrillen und Nervenbündel, Schrumpfung, Verklumpung und kleine Vakuolen auf.

Alle diese Gewebeänderungen durch die Wirkungsweise der Hochfrequenzströme im menschlichen Körper sind die Folge einer reinen Hitzewirkung, wodurch sich auch die stufenweise Absetzung der Gewebsschädigungen erklärt. Auch die auftretenden Zellveränderungen sind durch reine Hitze bedingt. In der Umgebung des Schnittrandes werden die Zellen durch die Hitze fixiert. Döderlein meint, daß in der 2. Zone chemisch- physikalische Zustandsänderungen im Protoplasma der Zellen vor sich gehen „unter rascher Umwandlung des Hygrosols in Hydrogel." „Je rascher die Gewebe absterben, umso eher bewahren sie ihre ursprüngliche Gestalt und Größe" (P. Ernst).

So weit Kückens. Das Ergebnis der Untersuchungen anderer Autoren unterscheidet sich nicht wesentlich von seiner Darstellung. Immenkamp machte es sich zur Aufgabe, die Gewebeveränderungen und die Wundheilung nach Elektrokoagulation in der Mundhöhle zu untersuchen. Nach ihm weichen die durch Elektrokoagulation erzeugten Gewebeveränderungen nur quantitativ von den Vorgängen nach koagulationsreichen Schnitten ab. Die Ausdehnung der in verschiedenen Abständen sich bildenden Nekrosen, die abhängig ist von der Stromstärke, Elektrodengröße, Applikationsdauer und dem Gewebswiderstand, ist im allgemeinen erheblich größer, die Veränderungen im klinischen wie auch im histologischen Bild sind viel ausgesprochener. Eine Übertragung der Vorgänge in der äußeren Haut auf die Mundschleimhaut sei nicht möglich. Die anatomischen Verhältnisse unterscheiden sich vor allen Dingen darin, daß in der Mundhöhle am Ober- und Unterkiefer und am har-

ten Gaumen unter einer dünnen Schleimhautdecke äußerst nahe der Knochen liegt.

Auch Immenkamp unterscheidet eine primäre Nekrosezone als eine Schicht unmittelbar abgetöteten Gewebes, eine sekundäre Nekrosezone als einen nekrobiotischen Abschnitt, in dem die geschädigten Zellen langsam zugrunde gehen, und eine Reaktionszone an der Grenze zum gesunden Gewebe mit ausgesprochener Hyperämie und Hyperlymphie. Nach einigen Stunden zeige sich in der reaktiven Zone eine erhebliche leukozytäre Infiltration aus der Nachbarschaft, in 2—3 Tagen werde mit dem Erscheinen von Fibroblasten, Wander-, Abraumzellen und jungen Kapillarsprossen eine endgültige Demarkationszone geschaffen. Die Ausstoßung der Nekrosen könne je nach der Breiten- und Tiefenwirkung Wochen dauern. Es bildeten sich schließlich zahlreiche kräftige Granulationen am Grunde der Wunde und dann folge schnell die endgültige Abheilung.

Von erheblicher Bedeutung müssen nach Immemkamp nach Koagulation auftretende Komplikationen von seiten des Knochens sein, da Nekrosen am Kiefer den Zahnbestand gefährden und am harten Gaumen Perforationen bewirken können. Er lehnt daher die Ausführung von Koagulationen am Alveolarfortsatz ab, wenn es gilt, den Zahnbestand zu erhalten. Nach seinen tierexperimentell durchgeführten Versuchen und klinischen Erfahrungen glaubt Immenkamp folgern zu müssen, daß es in Fällen, wo sich die Koagulation auf das Weichgewebe oder auf die oberflächliche Knochenschicht beschränkte, selten zu spontanen Sequestrierungen komme, vielmehr der geschädigte Knochen einer schnell fortschreitenden Resorption unterliege. Den stark beschleunigten Abbauerscheinungen liefen unter Umständen bereits nach kurzer Zeit (8 Tagen) Reparationsvorgänge parallel, sodaß größere Defektbildungen vermieden würden.

Die lebhaften Knochenab- und Anbauvorgänge dürften größtenteils die Folge des maximal gesteigerten Stoffwechsels sein. Die unter dem Koagulationsherd gelegenen Gewebe würden intensiv durchwärmt, sodaß hier alle Auswirkungen der medizinischen Diathermie zu konstatieren wären. Die aus der Tiefendurchwärmung resultierende arterielle Hyperämie und Hyperlymphie an der Grenze

des nekrotischen und gesunden Gewebes und in den tiefen Gewebsabschnitten habe keineswegs geringen Einfluß auf den Stoffwechsel im Sinne einer Beschleunigung. Der erhöhte Chemismus und die gesteigerte Proliferationsneigung der einzelnen Zellen, die Beschleunigung der Reaktionsgeschwindigkeit, unterstützten die Organisation und Demarkation der nekrotischen Massen und förderten die Heilungsvorgänge im Weich- wie auch im Knochengewebe.

Der Knochen unterliege in seinen geschädigten Partien infolge der wechselnden Resorptions- und Neubildungsvorgänge fast immer einem völligen Umbau. Vielleicht erkläre dieser großartige Umbauprozeß auch die zweifellos guten Erfolge nach der elektrochirurgischen Behandlung bösartiger Geschwülste, Epuliden und spezifischer Prozesse, bei denen gleichzeitig der Knochen mitbefallen war, der nunmehr nach erfolgter Koagulation in seinen geschädigten Partien einen Umbau und damit eine Erneuerung erfahre. Nur bei allzu tief gehenden Koagulationen komme es zu spontanen Sequestrierungen.

Die Regeneration gehe hauptsächlich vom Endost aus, jedoch wären Anbauvorgänge auch an der Außenseite zu beobachten, wenn Teile des Periosts bezw. knochenaufbaufähige Zellen erhalten geblieben wären. Die Knochenneubildung werde bei tiefgreifenden Schädigungen osteogenetischer Anteile des Knochens erheblich reduziert, sodaß größere Defektbildungen und mangelhafte Reparatonsvorgänge von Seiten des Knochens die Folge wären. Bei größeren Hitzeeinwirkungen und tiefgreifenden Knochenschädigungen wären spontane Sequestrierungen die Regel.

Über den Zeitpunkt der endgültigen Heilung könne man nur ungefähre Angaben machen, weil sie in der Mundhöhle gerade von manchen Faktoren abhängig sei. Nach mechanischer Entfernung verkochter und nekrotischer Gewebsteile und fortgesetzten Mundspülungen reinige sich die Wunde durchschnittlich in 14—18 Tagen. In dieser Zeit sehe man bereits Granulationsbildung, Abflachung der Wundränder und Epithelisierung vom Rande her. Diese finde nach 3—5 Wochen ihren Abfluß. Sequestrierungen von Teilen des Knochens verzögerten die Wundheilung erheblich unter Umständen um 4—6 Wochen. Nach endgültiger Demarkation käme es in ver-

hältnismäßig kurzer Zeit zur vollendeten Vernarbung und Epithelisierung des Defektes.

Hauberrisser untersuchte die Wundheilung bei Anwendung des Hochfrequenzschnittes im Tierexperiment an Hunden. Er stellte wesentliche Unterschiede gegenüber einer mit dem Skalpell gesetzten Wunde fest. Bezüglich der makroskopischen Befunde überrasche am Gaumen und an der Wangenschleimhaut zunächst der übersichtliche blutungslose Schnitt mit normal aussehendem Gewebe. Sichtbare Blutung tritt nur aus größeren Gefäßen auf, welche wie üblich ligiert werden müßten. Kleinere Gefäße, die beim Schnitt noch bluten, brauchten nur kurz mit der Elektrode betupft zu werden. Es trete eine sofortige Koagulation und Verlagerung des Gefäßlumens auf. Das Epithel zeige beim frischen Schnitt einen ganz schmalen gelbbraunen Saum. Die Schnittgrenzen erschienen ein wenig wallartig verdickt. Bei der Naht fällt gegenüber der Skalpellwunde auf, daß auch bei sorgfältiger Nahttechnik die genaue Adaption der Schleimhauträndер Schwierigkeiten mache, insofern als die Ränder sich hartnäckig nach einwärts umzukrempeln versuchten. Besonders auffällig komme diese Erscheinung an der derben Gaumenschleimhaut zur Beobachtung. Während im Verlauf der nächsten 3 Tage auch beim scharfen Skalpellschnitt eine Dehiszenz der Wundränder und ein Einreißen einzelner Nähte in Kauf genommen werden muß, wäre diese Erscheinung beim Hochfrequenzschnitt die Regel. Unter zahlreichen Vergleichsversuchen wäre nur in wenigen Fällen die Naht vollkommen intakt geblieben. Die Epithelisierung der Wunde käme im allgemeinen um den 8. bis 10. Tag zustande. Sie bleibe also mehrere Tage hinter der Skalpellwunde zurück, die stets schon um den 5. Tag eine geschlossene Epitheldecke zeige.

An der Zunge seien die Heilungsverhältnisse beim Hochfrequenzschnitt viel günstiger und zeigen auffallende Ähnlichkeit mit dem klinischen Heilungsverlauf eines Skalpellschnittes. Die primäre Naht und die Adaption der Wundränder gelinge ohne Schwierigkeit.

Die frisch genähte Wunde an der äußeren Haut unterscheide sich in nichts von einer Skalpellwunde. Die Unterschiede träten jedoch bereits nach 24 Std. auf, indem die Wundränder gerötet erschienen und an einzelnen Stellen Neigung zur Dehiszenz zeigten. Diese Rötung nehme in den nächsten Tagen noch zu und schon um den

4. Tag sei ein schmaler, nekrotischer Saum in Gestalt eines weißen feuchten Streifens erkennbar. Im weiteren Verlauf klafften die Wundränder sichtbar auseinander und würden nur noch durch die Nähte zusammengehalten, die tief eingeschnitten in der geschwollen erscheinenden Randzone lägen und zum Teil nachträglich durchschneiden. Um den 5. Tag ließe sich der oben beschriebene schmale Nekrosestreifen abziehen, bezw. er stoße sich von selbst ab und bleibe im Verband hängen. Von da ab gehe jedoch die Heilung per granulationem auffallend rasch vonstatten, sodaß um den 10. Tag der Wundspalt mit einer geschlossenen Epitheldecke versehen sei. Es bleibe eine gerötete, breite Narbe zurück, die nur sehr langsam abblaßt.

An der Gaumenschleimhaut fielen zunächst am Epithel wabenartige Auflockerungen auf, die durch explosionsartige Wirkung des aus Gewebsflüssigkeit entstehenden Wasserdampfes zu erklären seien. Diese Wabenbildung sei um so stärker und ausgeprägter, je enger gefügt und widerstandsfähiger das Epithelgewebe sei. Am subepithelialen Bindegewebe sei zu beiden Seiten des Schnittspaltes eine deutlich ausgeprägte Zone erkennbar. Es handele sich um eine deutlich nekrotische Zone infolge Hitzeschädigung. An der Gaumenschleimhaut gehe diese geschädigte Zone nicht sehr scharf in das normale Bindegewebe der Nachbarschaft über. An den inneren Rändern des Wundspaltes sei der eigentliche Brandschorf in Gestalt von schwarzen, verkohlten Gewebspartikelchen erkennbar.

An der Wangenschleimhaut wäre der Befund ähnlich dem der Gaumenschleimhaut, nur sei die Wabenbildung entsprechend dem zarteren Epithel auch weniger stark ausgeprägt. Im Bereich des Bindegewebes grenze sich die hitzegeschädigte Zone etwas schärfer gegen das normale Nachbargewebe ab, als dies an der Gaumenschleimhaut zu beobachten wäre.

Der weitere Heilungsverlauf an der Gaumen- und Wangenschleimhaut wäre gemeinsam dadurch charakterisiert, daß sich innerhalb der ersten 3 Tage die oberste Schicht der Nekrosezone unter gleichzeitigem Auftreten kleinster kapillarer Blutungsherde abstoße und so einer raschen Epithelisierung Vorschub leiste. Gleichzeitig beginne in den tieferen Gewebsschichten die Abgrenzung und Durchsetzung der nekrotischen Partien durch Lympho- und Leuko-

zyten, die um den 5. Tag weiter fortgeschritten sei. Um den 10. Tag sei die Epitheldecke bereits geschlossen, das darunter liegende Granulationsgewebe zeige schon weitgehend Ausbildung, für welche der Kapillarreichtum und die zahlreichen Fibroblasteneinlagerungen sprächen. Die Wangenschleimhaut habe hierbei einen deutlichen Vorsprung vor der Gaumenschleimhaut gewonnen. Um den 14. Tag sei das Granulationsgewebe weitgehend durch Narbengewebe ersetzt, wobei die oberen Gewebsschichten mit dieser Umwandlung begännen, während in der Tiefe zum Teil noch ausgedehnte Nekroseherde persistieren könnten.

Die Zunge zeige entsprechend dem klinischen Bild eine viel geringere Reaktion, in dem schmalen, subepithelialen Bindegewebe liege eine deutlich hitzegeschädigte Zone. Innerhalb der Muskulatur jedoch sei die Hitzereaktion viel weniger stark ausgeprägt. Im Verlauf der nächsten 3 Tage schöben sich die inzwischen aufgetretenen Lympho- und Leukozyteninfiltrate, vermischt mit kleinen Blutungsherden, zwischen die veränderte Muskelzone und das normale Nachbargewebe ein, sie in das entstehende Granulationsgewebe einbeziehend. Schon um den 5. Tag zeige sich die Epithelisierung abgeschlossen über dem nun ausgebildeten Granulationsgewebe, bei welchem nur noch vereinzelte nekrotische Muskelfasern zu finden wären.

Die Heilungsverhältnisse an der äußeren Haut sind weniger günstig als bei den intraoralen Schleimhäuten. Die Reaktion des Gewebes den hitzegeschädigten Teilen gegenüber geht viel stürmischer vor sich. Das histologische Bild des frischen Hautschmelzschnittes weiche zunächst kaum von dem eines Schleimhautschnittes ab. Das Epithel sei zu beiden Seiten des Mundspaltes abgehoben und zeige die bekannte wabenförmige Auflockerung. Das subepitheliale Bindegewebe sei von der Nekrosezone bis in die tiefsten Schichten hinein durchsetzt. Der nekrotische Saum wäre hier etwas breiter und gegen das umliegende Gewebe scharf abgegrenzt. Nach 24 Std. zeigten sich an der Peripherie der nekrotischen Zone bereits kleinere Herde kleinzelliger Infiltrationen als Beginn einer reaktiven Entzündung. Während der nächsten Tage trete eine Dehiszenz der oberen Spalträndер auf. Der Höhepunkt der Entzündung mit beginnender Demarkation der nekrotischen Partien ist um den 5. Tag zu

beobachten. Um den 7. Tag sei die Abstoßung der Nekrosen nahezu beendet. In den oberen Schichten dicht unterhalb der Demarkationslinie sei eine dichte Zone von Leukozyten (eitrige Entzündung) zu erkennen. In den übrigen Schichten entstehe ein dichtes Fibrinnetz mit Blut- und Lymphozyteneinlagerungen. In der Randzone zeugten Fibroblasten und zahlreiche Kapillarneubildungen von einer lebhaften Regeneration innerhalb des ganzen Wundgebietes. Um den 10. Tag sei die Epithelisierung von den Rändern her abgeschlossen.

Der Heilverlauf der Wunde sei so abträglich einer kosmetisch einwandfreien Narbenbildung. Hauberrisser folgert aus seinen Untersuchungen eine Kontraindikation des Hochfrequenzschnittes für intraorale Lappenplastiken am Gaumen und an der Wange, weil durch die unvermeidliche entzündliche Reaktion im hitzegeschädigten Gewebe die Ernährung der Lappen gefährdet ist und die koagulierte Randzone der Lappen einen raschen Anschluß an den Kollateralkreislauf verhindert, ferner eine Kontraindikation im Bereich der Gesichtshaut, weil die Heilung verzögert ist und eine kosmetisch unbefriedigende Narbenbildung auftritt.

Sind die Untersuchungen der Autoren auch das Ergebnis von Tierexperimenten, so können sie doch mit großer Wahrscheinlichkeit auch auf menschliche Verhältnisse übertragen werden.

b) Allgemeine Bemerkungen.

Das elektrische Schneideverfahren wurde zuerst von Müller (Münster) in der Mundhöhle angewendet. Die Verbesserung der Apparate in der Nachkriegszeit war der heimischen Industrie bis zu einer gewissen Vervollkommnung gelungen, sodaß der Vorsprung der Amerikaner, die die verhältnismäßig teueren und in gewisser Hinsicht idealen Elektronengitterröhren-Apparate benutzten, eingeholt und diese Apparaturen durch Funkenstreckenapparate mit gleichwertigen Leistungen ersetzt werden konnten. Diese haben nach Wucherpfennig noch den Vorteil, durch die regulierbare Funkenzahl während der Operation sie auf Schneiden mit schmaler Koagulationszone (hohe Funkenzahl), auf Schneiden mit breiter Koagulationszone (mittlere Funkenzahl) oder auf reine Koagulationswirkung (niedrige Funkenzahl) umstellen zu können. Es wird

im allgemeinen eine Leistung einer Impulsfolge von ca. 50000 Funken pro Sek. verlang.

Diese Apparate haben bewährterweise die beste Schneideleistung, und es läßt sich so bei genügender Geschicklichkeit des Operateurs ein Schnitt erzielen, der unter Umständen sogar die kleinsten Kapillaren nicht verschließt. Der Schnitt gleicht also weitgehend dem eines Skalpells, und es wird so eine Naht per primam möglich. In den meisten Fällen ist jedoch die Erzielung einer geringen Koagulation an den Wundrändern erwünscht, da sie viele Vorteile bietet.

Von Seemen sagt darüber: Während beim Messerschnitt das Gewebe weitgehend mechanisch verwundet wird und diese Wunde durch unzählige Öffnungen mit dem Gesamtkörper zunächst in Verbindung steht, entstehe beim Schmelzschnitt eine Wunde, die gleichsam außerhalb des Körpers liege. Denn der feine Koagulationssaum trenne totes von lebendem Gewebe. Bis diese Barrikade von koaguliertem zu lebendem Gewebe durchbrochen werde, hätten Exsudation und zelluläre Abwehr eingesetzt, sodaß die Abbaustoffe rasch unwirksam gemacht werden könnten.

Als besondere Vorteile des Hochfrequenzschnittes ergeben sich blutungsfreie Operation, die Möglichkeit einer Sterilisation infizierter Gebiete, Verhinderung der Keimverschleppung durch Verschluß der Blut- und Lymphbahnen, geringe Schockwirkung. Diese Vorzüge machen die Diathermieoperation besonders geeignet zur Entfernung maligner Tumoren, wo sie auch weitgehende Anwendung findet. Die Operation bösartiger Geschwülste übersteigt den Rahmen des Tätigkeitsfeldes eines praktischen Zahnarztes, der mit anderen Aufgaben überlastet bezw. durch seine Ausbildung dazu nicht in der Lage ist. Sie bleibt gewissen Spezialisten vorbehalten.

Gleichwohl können die Vorteile der Diathermieoperation auch der Chirurgie des Zahnarztes dienstbar gemacht werden. Es ergeben sich so bestimmte Indikationen dieser Methode in der chirurgischen Zahnheilkunde.

c) Technik.

Nach den Erfahrungen von Wucherpfennig ist die Verwendung einer messerförmigen Elektrode zur Schnittführung am unzweckmäßigsten. Die breiten Seitenflächen geben zu viel Strom an schon

durchschnittenes Gewebe ab. Es kommt so zu einer unerwünschten Koagulationswirkung. Der Gebrauch einer nadelförmigen Elektrode ist schon günstiger, doch kann eine gewisse Dicke im Interesse der Stabilität nicht unterschritten werden. Am geeignetsten erwies sich die Verwendung einer Schlinge. Sie erlaubt mit der Breitseite die Ausführung von Hohlschnitten, mit der Schmalseite die Erzielung eines Spaltschnittes, bei schräger Haltung einen sogen. Flachschnitt, besitzt ausreichende Stabilität und ermöglicht sichere Handhabung.

Auch in der Zahnheilkunde ist man bei chirurgischen Eingriffen mit Hilfe der Diathermie im allgemeinen zur Benutzung der Schlinge übergegangen. Es gehört eine gewisse Erfahrung und Geschicklichkeit dazu, einen Hochfrequenzschnitt richtig anzubringen, da von der Schnelligkeit und Sicherheit des ausgeführten Schnittes die Intensität der Koagulation abhängt und evtl. unerwünschte Schädigungen bei mangelhafter Technik gesetzt werden können. Es wird verlangt, daß der korrekt ausgeführte Hochfrequenzschnitt frisch und unverschorft aussieht und nur mikroskopisch eine Schicht koagulierten Eiweißes an der Schnittfläche aufweist. Um die Kapillargefäße zu verschließen, und so eine parenchymatöse Blutung zu verhindern.

Zur Anästhesie darf nur die Leitungsanästhesie oder Umspritzung verwendet werden. Heymann beobachtete nach seinen Gehirnoperationen mit chirurgischer Diathermie das Auftreten von Nekrosen. Als Ursache ergab sich die Infiltration der Weichteile mit erheblichen Flüssigkeitsmengen, die als Depot zur lokalen Anästhesie gesetzt war. Der erhöhte Widerstand des gequollenen Gewebes machte die Anwendung größerer Spannungen und Stromstärken notwendig. Die Erhitzung der aufkochenden Injektionsflüssigkeit verbrühte dann weithin das Gewebe und führte so zu den beobachteten Nekrosen.

2. Anwendungsgebiete von Hochfrequenzschnitt und Elektrokoagulation in der chirurgischen Zahnheilkunde.

a) Blutstillung.

Kommt es bei Operationen zu starken Blutungen, so werden sie koaguliert, am vorteilhaftesten mit einer knopfförmigen Elektrode oder dem Ringkompressorium nach Wucherpfennig. Es ist dabei eine feststehende Regel, daß die Koagulation nur für parenchymatöse Blutungen ausreicht. Der Mechanismus des elektrischen Gefäßverschlusses geht so vor sich, daß eine Kontraktion und Retraktion des Gefäßendes und ein Abschluß durch ausgefällte Eiweißsubstanzen eintritt. Es kommt dann zu einer Verklebung der Intima und Media und schließlich zur Bildung eines typischen Thrombus, mit dessen Organisation der endgültige Abschluß gesichert wird. Kapillaren werden durch den entstehenden Koagulationssaum gleichsam zugeschmolzen.

Mittlere Gefäße wie die Aa. mentales, aveolaris sup. post., inf. und große Gefäße wie die Aa. maxillaris ext., int., lingualis müssen lege artis unterbunden werden. Der Koagulationsthrombus vermag hier nur momentan eine Blutstillung zu erzielen, auf die Dauer jedoch hält er dem Druck nicht stand, und es muß unbedingt zu unangenehmen Nachblutungen kommen.

b) Behandlung des Zahnfleischlupus.

Die Behandlung des Zahnfleischlupus muß unbedingt dem Arbeitsgebiet des Zahnarztes zugesprochen werden, da er die größte Erfahrung in der Therapie der Erkrankungen der Zähne, des Periodontiums und überhaupt der Mundhöhle besitzt. Nach Nagelschmidt ist in der chirurgischen Diathermie eine ideale Methode der Lupusbehandlung zu erblicken. Es gibt wohl auch andere brauchbare Methoden, doch hat die chirurgische Diathermie gewisse Vorteile. Diese bestehen in der Schnelligkeit der Entfernung großer Teile infizierter tuberkulöser Schleimhaut unter Wahrung der Asepsis, der Sterilisierung der Wundflächen, der völligen Übersichtlichkeit des Operationsfeldes, die durch keine Blutung beeinträchtigt wird, der Vermeidung der Keimverschleppung und der

Schonung des gesunden Gewebes durch genaue Festsetzung der Koagulationsbreite.

In zeitlichen Abständen wird die Schleimhaut schichtweise mit der Diathermieschlinge bis auf den Knochen abgetragen. Nach Wucherpfennig ist man in der Lage, mit der Hohlschnittnadel in Form der Abtragung dünner, hobelspanartiger Gebilde die minutiöseste Feinarbeit zu leisten, radikal zu operieren, und doch die gesunde Umgebung weitgehend zu schonen. Die Methode muß in radikaler Form gehandhabt werden. Die Gewebspartien, die infiziert sind, müssen restlos abgetragen und die Verkochung einige Millimeter in das gesunde Gewebe ausgedehnt werden. Infizierte Interdentalpapillen sind restlos zu beseitigen. Auch verdächtige Zähne und Knochenpartien müssen entfernt werden. Es wird ein höherer Grad der Verschorfung nötig sein, um Gefäß- und Lymphbahnen zum sofortigen Verschluß bringen zu können. Nach Immenkamp ist das Freiliegen größerer, von Schleimhaut und Periost entblößter Knochenpartien ohne Bedeutung. Schon in 4 bis 8 Tagen granulierten diese Bezirke, die in 3—4 Wochen völlig abgeheilt wären. Das Zahnfleisch epithelisiere sich und liefere ein kosmetisch einwandfreies Resultat.

Die Nachschmerzen wären gering. Nach gründlicher Eliminierung des erkrankten Gewebes, die sich bis mindestens 5 mm tief in das Gesunde zu erstrecken habe, treten keine Rezidive auf. Eine erhöhte Aufmerksamkeit müsse der Nachbehandlung gewidmet werden. Am vorteilhaftesten finden hier nach Immenkamp Jodoformpulver und in Borsäure (2%ig) getauchte Jodoformstreifen Anwendung. In der Hand des geübten Praktikers ergibt sich so eine elegante und unbedingt erfolgreiche Behandlungsmethode dieses spezifisch entzündeten Gewebes, das oft einer Behandlung bisher trotzte und schwerste Heilbarkeit und größte Neigung zu Rezidiven zeigte (Uhlig).

c) Gingivektomie.

Die Diathermieoperation vermag bei der sogen. Gingivektomie in keiner Weise das Skalpell auszuschalten, sondern kann es nur in bestimmten Fällen mit einem genauen Indikationsbereich ersetzen. Die konservativ-medikamentöse Behandlung der marginalen Para-

dentitis (Younger-Sachs) wird die Methode der Wahl bleiben, wenn Taschen unter 3 mm Tiefe vorliegen und eine Kürzung des Zahnfleisches aus kosmetischen Gründen unzulässig ist. Bei Formen der Paradentitis jedoch, wo es zu größeren Taschentiefen, ausgedehnten Kavernen, tiefen Knochentaschen und Bildung von Sequestern gekommen ist, muß die radikalchirurgische Methode nach Widmann-Neumann den Vorzug erhalten.

Die Operation mit der chirurgischen Diathermie wird evtl. in solchen Fällen indiziert sein, wo bei Taschen über 3 mm Tiefe der Zahnfleischsaum durch chronische Entzündungsvorgänge in ein schlaffes Granulationsgewebe mit geringer Heilungstendenz verwandelt ist, um eine Beseitigung des bis zum Taschenboden reichenden Weichgewebes zu erzielen. Auch die Entfernung hypertrophischen, fibromatös entarteten Zahnfleisches und die Eliminierung chronisch entzündlicher Prozesse spezifischer oder unspezifischer Natur kann unbedenklich mit der Diathermie vorgenommen werden.

Flohr geht, wenn bei Paradentose die Kürzung des Zahnfleisches um 2—3 mm erforderlich ist, mit einer nadelförmigen Elektrode in Höhe der gewünschten Schnittführung am Zahnfleisch entlang. Der Gingivastreifen fällt dann von selbst herab oder wird mit der Pinzette abgehoben. Granulationsmassen in den Interdentalräumen koaguliert er durch mehrmaliges Betupfen. Er rühmt die Einfachheit und Schnelligkeit der Operation, die Blutleere des Operationsfeldes, die geringen psychischen Wirkungen auf den Patienten, die geringen Nachschmerzen und die vorzügliche Heilung, wonach die Wundflächen in 2—3 Tagen schon gut granuliert und in 3—4 Tagen völlig epithelisiert seien.

Adrion benutzt eine gerade Drahtelektrode, mit der er rücksichtslos alle Granulationen in der Tiefe unter Vernichtung der Interdentalpapillen entfernt und, indem er dies Verfahren evtl. 2—3mal wiederholt, die Taschenwand von außen nach innen abträgt. Nach ihm wäre der einzige Fehler ein zu zaghaftes Vorgehen.

Olesen empfiehlt eine recht schwierig zu handhabende, umständliche und zeitraubende Methode der Fulguration der Taschen mit einer Spezialelektrode. Die Elektrode soll dabei etwa 1 mm vom Taschenboden in der Tasche schnell herumgeführt werden, sodaß

nur oberflächliche Verschorfungen gesetzt werden. Dadurch sollen Bakterien auf dem Taschenboden vernichtet und ein reaktiver Prozeß zwischen Zahn und Gingiva erzielt werden. Durch Irritation des Periosts oder von Periostresten käme es zu einer Knochenproliferation, sodaß Olesen oft ein Zusammenwachsen von Zahn und Gingiva beobachten konnte. Ein Vorzug dieser Methode wäre, daß klinisch keine Verlängerung der Zahnkrone eintritt. Doch dürfte sie für den vielbeschäftigten Praktiker zu kompliziert sein und zu viel Zeit in Anspruch nehmen.

Die beste Methode dürfte die von Immenkampf angegebene mit Hilfe der Diathermieschlinge sein. Dabei müssen stets zur Vermeidung von Knochen- und Weichteilnekrosen Hochfrequenzschnitte mit dem geringsten Verschorfungsgrad gewählt werden. Im histologischen Bild beobachtete Immenkamp gewisse Unterschiede zu den Ergebnisse der Untersuchungen von Kückens, Kuntzen-Vogel usw., die diese ja an parenchymatösen Organen vornahmen. Die Ursache wäre die erheblich größere Resistenz des Bindegewebes gegen Wärmewirkung. Eine stufenmäßige Abgrenzung der einzelnen Zonen, so besonders der primären und sekundären fehlte, bei geringem Verschorfungsgrad war keine Weiterentwicklung der Nekrose in den folgenden Tagen festzustellen, und es erfolgte definitive Heilung in 12—14 Tagen.

Nur bei zu starker Kauterisation sah Immenkamp im Knochen Sequesterbildung, dichtzellige Infiltration der Markräume und Knochennekrosen durch schwere Gefäß- und Ernährungsstörungen. Dagegen war stets im Knochen lakunäre Osteoklasie am knöchernen Alveolarrand, die sich je nach dem Verschorfungsgrad bis zu umfangreichen Knochennekrosen steigern konnte, vorhanden. Die durch die Diathermiewirkung erzielte aktive Hyperämie führt nach Immenkamp in dem von starren Wänden umgebenen Gefäßkomplex des Knochens durch den verlangsamten venösen Abfluß zu einer Stauung und Erhöhung des Gewebedruckes, wodurch die Entwicklung von Osteoklasten begünstigt wird. Bei richtiger Technik ließen sich jedoch Schädigungen bezw. Resorptionen im Knochen vermeiden.

Die bei der Gingivektomie nach Immenkamp angewandte Methode ist folgende: Das überschüssige Gewebe wird mit der Dia-

thermieschlinge in Hohlschnittstellung glatt und schnell durchtrennt, Treppenbildung wird durch Flachschnitt in zeitlichen Abständen, um die Kühlwirkung des Blutstromes zur Geltung kommen zu lassen, beseitigt. Die Granulationen in den Interdentalräumen sind völlig zu entfernen. Um Wärmekumulation zu vermeiden, ist kurze, aber häufig wiederholte Applikation der Elektrode wichtig. Die Nachbehandlung erfolgt vorteilhaft unter einem aseptischen Verband von mit 2%iger Borsäure angefeuchteten Gazestreifen. Auftretende Granulationen koaguliert Immenkamp in den folgenden Tagen ohne besondere Anästhesie.

d) Probe-Excision.

Der Zahnarzt hat häufig Gelegenheit, als Erster Neubildungen und tumorartige Wucherungen zu beobachten, bei denen der Verdacht auf Malignität vorliegt. Die Scheu, einen operativen Eingriff zur Probe-Excision in diesen Fällen vorzunehmen, ist erklärlich, da der Skalpellschnitt große Gefahren mit sich bringt. Wirkt doch oft gerade der Schnitt als Wachstumsreiz und veranlaßt den Tumor zum zügellosen Wachstum, sodaß derartige maligne Neubildungen dann oft in wenigen Tagen die Grenze der Operabilität überschreiten. Es scheint so ein kausaler Zusammenhang zwischen Probeexcision und akuter Progredienz gegeben zu sein. Der Hauptgrund ist wohl mit dabei die durch den Skalpellschnitt gesetzte Eröffnung der Blutbahnen, wodurch die in den malignen Geschwülsten stets vorhandenen Streptokokken in das Blut gelangen und damit ernste und lebensbedrohende Zustände schaffen können, von denen nur Erysipel und septische Allgemeininfektion angeführt seien.

Die Diathermieschlinge kann hier Abhilfe schaffen und den chirurgischen Eingriff zu einem harmlosen Vorgang machen. Ein besonderer Vorteil ist die Möglichkeit, den Hohlschnitt anzuwenden. Die Schlingenelektrode wird in den suspekten Herd versenkt, seitwärts und wieder zurück geführt, nachdem ein ziemlich groß gewähltes Gewebsstück erfaßt worden ist. Unter völliger Blutleere läßt sich mühelos der herausgetrennte Bezirk schon mit der Schlinge oder der Pinzette abheben. Die Gefahren der Keimverschleppung und des Impfrezidivs sind dabei völlig beseitigt.

Bei der histologischen Untersuchung muß die Anwendung des Hochfrequenzschnittverfahrens bekannt gegeben werden, damit die veränderte Gewebsstruktur, das Auftreten von Zellstreckungen usw., die nach Wucherpfennig besonders an den Epithelzellen, nach Immenkamp aber auch an Endothelien, protoplasmareichen Bindegewebszellen und Neurilemmkernen in Erscheinung treten, richtig gedeutet werden können. Da, um die Nachteile des Skalpellschnittes vermeiden zu können, ein möglichst koagulationsreicher Schnitt angewendet werden muß, ist zur Sicherung einer einwandfreien Diagnose die Entnahme eines größeren Gewebsstückes Voraussetzung.

Die Gelegenheit zu Frühdiagnosen von Neubildungen mit der Tendenz zu maligner Entartung wird sich bieten, wenn es bei Personen mittleren und höheren Alters zum Grundsatz erhoben wird, alle suspekten Wucherungen einer Probeincision zu unterziehen. Verdächtig sind dabei Geschwüre an Lippen und Zunge, indurierte Risse, verdickte weiße Flecken, Leukoplakien, Läsionen nach Traumen durch Zähne und Prothesen, die an der Mundschleimhaut, dem Dach und dem Boden der Mundhöhle lokalisiert sind, wenn sie nicht nach 2- bis 3wöchentlicher Behandlung verschwinden (Prinz).

e) Weitere Indikationen.

Ein dankbares Arbeitsgebiet für die chirurgische Diathermie bietet die Entfernung von gutartigen Tumoren, entzündlichen Proliferationen, chronisch entzündlichen Neubildungen der Mundhöhle, soweit sie aus Weichgewebe bestehen. Fibrome, Papillome, Schleimhaut-, Zahnfleisch- und Pulpenpolypen können mit großem Vorteil leicht und mühelos abgetragen werden. Auch das Entfernen der Schleimhautlappen über den Weisheitszähnen bedeutet trotz des Arbeitens in fast stets infiziertem Gebiet kein Gefahrenmoment. Dasselbe gilt für Speichelsteinoperationen, die hauptsächlich aus Mikrobenagglomeraten bestehen. Der Hochfrequenzschnitt vermeidet auch hier im Gegensatz zum Skalpell die Gefahr schwerer Infektionen, da er Blut- und Lymphbahnen verschließt.

Nach Schürch wird die chirurgische Diathermie mit bestem Erfolg zur Operation der Epulis angewendet, wobei der blutlose Schnitt tadellose Übersicht gewähre. Nach der üblichen Radiumnachbe-

strahlung wären Rezidive, ebenso die Entartung einer Epulis fibromatosa in eine sarcomatosa ausgeschlossen.

Nach Heymann bedeutet das Hochfrequenzschnittverfahren für chirurgische Zwecke einen gewaltigen Fortschritt, sodaß es aus einem chirurgischen Betrieb ohne Nachteile nicht mehr fortzudenken sei. Es eigne sich besonders für inoperable Uterus-, Brust- und Gesichtskrebse, ferner für cavernöse und flächenhaft wuchernde Angiome. Bei Umschneidung dieser Gebilde dürfe nicht unterschätzt werden, daß die chirurgische Diathermie in den Lymphräumen des Schnittrandes versteckt liegende Gefäßschlingen infolge der diathermischen Hitze veröde. Die beim Umschneiden mit dem Skalpell gewiß zu beherrschenden, aber doch lästigen Blutungen aus den zu- und abführenden kleinen Gefäßen fielen beim Umschneiden mit dem Hochfrequenzstrom fort. Wird die Neubildung nach sorgfältiger Lösung im Gesunden als Ganzes emporgehoben, so treten am Rande vereinzelte thrombosierte Stränge deutlich hervor, die Brücken ins gesunde Gewebe bildeten. Sie entsprechen entweder den Hauptgefäßen, von deren Ästen oder Kapillaren die Geschwulst gebildet wird, oder stellen Teile der Geschwulst dar, die sich nach Sichtbarwerden mühelos und zuverlässig zerstören lassen.

Auch bei Abscessen kann man mit großem Vorteil vom Hochfrequenzschnitt Gebrauch machen. Das Arbeiten mit dem Skalpell kann häufig durch die Eröffnung von Blut- und Lymphbahnen nur weitere Komplikationen hervorrufen. Immenkamp empfiehlt labial und buccal gelegene Abscesse mit stark verschorfendem Schnitt zu eröffnen, aus der palatinalen Absceßwand aber ein spindelförmiges Gebilde zu entfernen, um frühzeitiges Verkleben zu verhindern. Aus kosmetischen Gründen empfiehlt er bei äußeren Weichteilabscessen und Mundbodenphlegmonen die Anwendung eines koagulationsarmen Schnittes, der dann zum Abfluß des Sekretes drainiert werden muß.

3. Vorteile der Elektrokoagulation und des Hochfrequenzschnittes.

Die günstige psychische Wirkung im Gegensatz zum Paquelin oder Galvanokauter, die in Weiß- oder Rotglut eine Verbrennung oder Verkohlung des Gewebes bewirken, läßt beim Patienten gar nicht das Gefühl einer gefährlichen Operation aufkommen. Keine störende Rauchentwicklung und Gasbildung beeinträchtigt die Übersicht. Die genaueste Lokalisationsmöglichkeit erlaubt punkt- und linienförmige Koagulationen zu setzen. Die blutlose Operation schafft bessere Übersicht und damit Abkürzung der Operationszeit. Der Verschluß der Blut- und Lymphbahnen beseitigt in infizierten Gebieten die Gefahr der Keimverschleppung und des Impfrezidivs (Lupus, Abscesse, Phlegmonen, Probeexcision).

Die eintretende Wirkung der intensiven Durchwärmung mit der medizinischen Diathermie bedingt Hyperämie und Hyperlymphie, Erhöhung der zellulären Abwehrkräfte, Ausschwemmung von Schädlichkeiten durch verstärkte Sezernierung, verstärkte Phagozytose und damit Vernichtung pathogener Keime. Ein weiterer Vorteil ist das Fehlen stärkerer postoperativer Schmerzen; die Heilungszeit und Heilungstendenz ist bei koagulationsarmen Schnitten nicht wesentlich von den Vorgängen bei Skalpellschnitten verschieden.

Nach den Untersuchungen von Wucherpfennig und Pfannenstiel waren die von infiziertem, in sterilen Agar gelegten Hochfrequenzschnitte völlig steril. Die Hochfrequenzschneideelektrode besitzt so eine permanente Sterilität, sie vernichtet pathogene Keime mindestens im Bereich der Koagulationsschicht und erzielt so eine Sterilität der Schnittflächen.

C. Zusammenfassung.

Überblickt man die Anwendungsmöglichkeit der chirurgischen Diathermie in der Zahnheilkunde und die Grenzen ihrer Indikation, so sind folgende Schlußfolgerungen zu ziehen. Auf dem Gebiet der konservierenden Zahnheilkunde ist sie nur in der Gangränbehandlung zulässig, wo sie mit ihren therapeutischen Erfolgen und den

ihr eigenen besonderen physiologischen Wirkungen einen gewissen Fortschritt gegenüber anderen Methoden bedeutet. Sie stellt aber keineswegs ein ideales Mittel zur Lösung des Wurzelbehandlungsproblems dar und ist hier auch nur eine Methode unter vielen, die auf andere Weise dasselbe Ziel erreichen. Von der Kauterisation lebender Pulpen und der Granulombehandlung muß sie auf Grund der Erfahrungen ausgeschlossen werden.

In der chirurgischen Zahnheilkunde bringt die chirurgische Diathermie gegenüber der Skalpelloperation große Vorteile. Es darf aber dabei nicht verkannt werden, daß gründliche Kenntnisse ihrer physikalischen Grundsätze, außerordentlich große praktische Erfahrung und Schulung des Operateurs und eine große individuelle Geschicklichkeit Voraussetzungen für den Erfolg sind, wenn die Gefahr schwerster Schädigungen vermieden werden soll.

Aus diesem Grunde wird vielleicht erklärlich, daß die immerhin komplizierte Methode, nicht größeren Eingang in die Chirurgie des praktischen Zahnarztes gefunden hat. Der vielbeschäftigte Praktiker hat nicht Zeit, Versuche anzustellen und erst Erfahrungen mit einer Methode zu sammeln, die ihm zunächst eventuell Mißerfolge einbringen kann. Er muß sich an alte und bewährte Verfahren halten, die einen eindeutigen Erfolg versprechen. So wird die übliche Skalpelloperation die Methode der Wahl des Praktikers bleiben. Er kommt mit diesem Verfahren auch sicher zum Ziel, und derartig überragend sind die durch die chirurgische Diathermie gebotenen Vorteile nicht, daß sie die Anschaffung des recht teueren Diathermieapparates rechtfertigen könnten. Sie wird einigen wenigen Interessenten und Spezialisten vorbehalten bleiben. Trotz allem müssen die Vorzüge der auf einwandfreier wissenschaftlicher Grundlage aufgebauten Methode und die zweifellos guten erreichbaren therapeutigen Erfolge bei exakter Indikation und einwandfreier Technik restlos anerkannt werden.

Ich erfülle eine angenehme Pflicht, wenn ich zum Schlusse meiner Arbeit Herrn Professor Dr. Pieper für seine Unterstützung und Bemühungen danke.

Literatur.

Adrion: Zur Technik der Beseitigung von Zahnfleischtaschen. Z. R 1930. H. 23.

— Über Paradentose. D. M. W. 1933, H. 25.

Andersen, Alex. Brügg: Kritische Untersuchungen über die Bedeutung der chirurgischen Diathermie bei der Therapie dentaler periapikaler Herde. Med. Diss. Göttingen 1936.

Bertram, Pierre: Die Elektrochirurgie bei Affektionen der Mundhöhle und des Gesichts. L'Odont. 1934. H. 12.

Bordier, M. H.: Praktische Bemerkungen zur Diathermiekoagulation. J. Méd. Paris 1929. H. 40.

Borschke, Alfred: Was muß der Zahnarzt von einem Diathermieapparat verlangen? Z. f. Stom. 1929, H. 6.

Bucky, G.: Diathermiebehandlung. Urban-Schwarzenberg, Berlin-Wien, 1929, 3. Aufl.

Clark, William: Elektrothermische Methoden- angewendet im Munde mit spezifischer Rücksicht auf Neubildungen. J. of the Am. den. Ass. 1927. H. 6.

— Elektrodessikation und -Koagulation bei Neoplasien und ähnlichen Tumoren der Mundhöhle und ihrer Grenzgebiete. Am. J. of Surg. 1929.

Coustainy, Henry: Zwei Jahre Versuche mit Diathermie und Hochfrequenz in der Zahnheilkunde. J. dent. Belg. 1928, H. 6.

Czeny: Über Operationen mit dem elektrischen Lichtbogen und Diathermie. D. M. W. 1910. H. 11.

Czerny, Julius: Beitrag zum Studium der Auswirkung der Diathermia chirurga bei der Behandlung infizierter Wurzelkanäle. Nouv. Rass. di Odont. 1933. H. 2.

Darcissac, Marcel: Behandlung der Epulis mit Elektrokoagulation. Concurs Méd. v. 3. 12. 1933.

Dupuis-Mayor, Charlotte: Einige praktische Indikationen für die Anwendung der Diathermie in der Zahnheilkunde. Schw. M. f. Z. 1932. H. 3.

Dyroff: Die Operation mit schneidender Elektrizität. M. m. W. 1929, S. 1885.

Ebbers u. Klement, Hugo: Die chirurgische Diathermie bezw. Elektrokoagulation bei der Wurzelbehandlung. Z. R. 1930, H. 17.

Ebbers: Die chirurgische Diathermie in der Zahnheilkunde. D. z. W. 1930, H. 20.

— Was sagen Wissenschaft und Erfahrung zu Mitteln und Wegen der Wurzelbehandlung? Z. R. 1932, H. 39.

— Diathermie. Z. R. 1935, H. 26.

Eisenlohr, Hermann: Histologische Untersuchungen über die Wirkung der chirurgischen Diathermie auf apikale Herde. D. z. W. 1933, H. 45.

Epstein, A. u. Fedorejeff, A.: Inwiefern sind Probeexcisionen bei bösartigen Geschwülsten gefährlich? Arch.f. klin. Chir. 1931.

Falkenstein, Erich: Wirkung der Hochfrequenzströme auf menschliche Gewebe. Z. f. Stom. 1931, H. 10.

Feiler, Erich: Zur Behandlung der Parenditis apikalis mit chirurgischer Diathermie. Z. R. 1929, H. 46.

— Ausheilung der Granulone und Fisteln mittels chirurgischer Diathermie. D. z. W. 1930, H. 20.

— Erkrankungen des apikalen Paradentiums. Fortschr. VI, 1930, I. Teil, S. 337, 1929, I. Teil, S. 342.

— Die Verkochung der Granulome mit chirurgischer Diathermie. Z. R. 1931, H. 5.

Flohr, Walter: Die sog. medizinische und chirurgische Diathermie in der Praxis des Zahnarztes. Z. R. 1929, H. 41.
Flohr, Eugen u. Walter: Die Anwendung der Diathermie in d. Zahnheilkunde. Slg. Meußer, H. 22, Meußer, Berlin 1930.
— Die chirurgische Diathermie bezw. Elektrokoagulation bei der Wurzelbehandlung. Z. R. 1930, H. 7 u. H. 13.
Fieschi: Hochfrequenz und Diathermie in der Odontostomalogie. Sem. Dent 1928, H. 45—46.
Fohl, Th. u. Recke, Th.: Der Wirkungsmechanismus und die psychologisch-biologischen Gewebsvorgänge in der Elektrochirurgie insbesondere beim elektrischen Schneiden. D. Z. f. Chir. 1931, Bd. 233.
Frederiks: Bakteriologische Untersuchungen mit Elektrokoagulation. T. v. D.
— 1924, H. 4.
Friedberg: Bakteriologische Untersuchungen nach Pulpagangrän. Schweiz.
— Mon. f. Z. 1931, H. 3.
Gottlieb, B. u. Orban, B.: Veränderungen im Periodontium nach chirur-
— gischer Diathermie. Z. f. Svom. 1930, H. 12.
Grabars: Die Toleranzgrenze der Diathermie bei der Wurzelbehandlung. D.
— z. W. 1937, H. 21.
Hauberrisser: Zur Wundheilung bei Hochfrequenzschnitt. D. z. W. 1931,
— H. 13.
— Zur Wundheilung bei Anwendung des Hochfrequenzschnittes unter be-
— sonderer Berücksichtigung der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie.
— Bruns Beitr. 1931.
Heymann: Über Hochfrequenzchirurgie. Bruns Beitr. 1931.
Held, Artur: Die Diathermie in der täglichen Zahnpratis. Schw. M. f. Z. 1931,
— H. 2.
Heß: Zur Wundbehandlung mittels Diathermie. Schw. M. f. Z. 1933, H. 10.
— Experimentelle Untersuchungen über die Diathermiekoagulation der Pulpa durch Hochfrequenzströme. Rev. Odont. 1934, H. 7—8.
Henseler, H. und Prinz: Die praktische Anwendung der Diathermie in der Zahnheilkunde. Radiontaverlag Berlin 1934.
Hutter, Karl: Unblutige Eingriffe und Blutstillung durch Elektrokoagulation (Diath.) D. Z. f. Chir. 1927, H. 1.
Immenkamp: Ein Beitrag zur Frage der Gingivektomie mittels chirurgischer Diathermie. Z. R. 1931, H. 51.
— Gewebeveränderungen und Wundheilung nach Elektrokoagulation in der Mundhöhle. V. f. Z. 1933, H. 2.
— Die Behandlung des Zahnfleischpulpus mittels chirurgischer Diathermie. D. z. W. 1932, H. 3.
— Die Verwendung der Diathermieschlinge in der zahnärztlichen Chirurgie. D. z. W. 1932, H. 11.
— Die Stellung der Elektrochirurgie im Rahmen der operativen Zahnheilkunde. Meusser, Berlin 1933.
Kalina, O. G.: Zur Behandlung des Lupus des Gesichtes bzw. der Nase mit Diathermie und deren Vorzug vor anderen Heilverfahren. M. f. Ohren. April 1926.
van der Klei: Zur Heilung der mittels Hochfrequenzschnitt gesetzten Wunden. Z. R. 1932, H. 3.
Klein, Walter: Einige Mitteilungen über die Anwendung des Diathermiestromes in der Zahnheilkunde. Z. f. Stom. 1929, H. 5.
Korowitzky, Z. u. Jassinowsky: Über die Einwirkung der Diathermie auf die Emigration der Leukozyten in der Mundhöhle, und deren Vorzug vor anderen Heilverfahren. Z. f. Phys. u. diät. Therapie. 1925, H. 1.
Kowarschik, Josef: Die Diathermie. Wien Berlin. 1930.
Kristiansen, E.: Die Diathermie in der Zahnheilkunde. V. f. Z. 1929, H. 4.

Krüger: Die chirurgische Diathermie bzw. Elektrokoagulation bei der Wurzelbehandlung. Z. R. 1930, H. 12.
Laßlo, Molnar: Über die Behandlung mit Hochfrequenzströmen in der Zahnheilkunde. Z. f. Stom. 1938, H. 7.
Levy: Kombinierte Anwendung physikalischer Behandlungsmethoden bei Pulpa- und Wurzelerkrankungen. Z. R. 1930, H. 21—22.
Lind, K.: Die Steigerung der kapillaren Eigenschaften unserer gebräuchlichsten Antiseptika. Z. R. 1931, H. 17 .
Mackenzie, D.: Früher Lupus des Gaumens mit Diathermie behandelt. Proc. roy. Soc. med. 1925, H. 4.
v. Madarasz, E.: Beiträge zur Wurzelbehandlung für Diathermie. Z. f. Stom. 1933, H. 24.
v. Magyary, G.: Hochfrequenzschnitt und postoperative Infektion. Arch. f. klin. Chir. 1932.
— Über die Wundheilung nach elektrischen Operationen. Arch. f. klin. Chir. 1932.
Müller (Münster): Die Diathermie in der Zahnheilkunde. D. z. W. 1930, H. 9.
Münzesheimer, F.: Die therapeutische Anwendung der Diathermie und Lichttherapie bei Erkrankungen der Zähne und des Paradentiums. Z. f. Stom. 1931, H. 11.
— Stellungnahme zur Diathermiebehandlung. Z. R. 1931, H. 2.
Neumann, R. und Krüger, P.: Die chirurgische Diathermie bzw. Elektrokoagulation bei der Wurzelbehandlung. Z. R. 1930, H. 12.
Ney, H.: Die Probeexcision. D. M. W. 1931, H. 7—8.
Olesen, J. und Christiansen, E.: Behandlung von Erkrankungen der Zahnwurzel mit chirurgischer Diathermie. Tandl. 1928, H. 2.
Orban, B.: Gewebeveränderungen im Periodontium nach chirurgischer Diathermie. Z. f. Stom. 1933, H. 18.
Scheer: Über die Behandlung apikaler Herde mit Diathermie. Z. z. W. 1937, H. 41.
Scherbel, H.: Ein Todesfall hervorgerufen durch einen Diathermieapparat. Z. f. Stom. 1932, H. 6.
Schlemmer, H.: Die Diagnose und Therapie der Granulome. Z. f. Stom. 1932, H. 1.
Schlijecker: Versuch mit chirurgischer Diathermie. T. v. T. 1931, H. 3 u. H. 6.
— Messungen der Temperaturen, die bei chir. Diathermie auftreten. T. v. T. 1932, H. 3.
Schürch, O.: Zur Behandlung der Epulis. Schweiz. Med. W. 1931, Nr. 50.
v. Seemen, H.: Zur Behandlung inoperabler Geschwülste mittels Elektrokoagulation. D. Z. f. Chir. 1929.
— Operation fortgeschrittener bösartiger Geschwülste durch elektrischen Schnitt und elektrische Verkochung. M. m. W. 1930, H. 16.
— Beiträge zur Elektrochirurgie. D. Z. f. Chir. 1931
— Über elektrochirurgische Technik und Anzeigestellung. M. m. W. 1931, H. 5.
— Elektrochirurgie. Julius Springer, Berlin 1932.
Spitzmüller, W.: Elektrochirurgische Wundbehandlung mit dem schneidenden Hochfrequenzstrom. W. klin. W. 1930, H. 3.
Stadelmann: Über einen Mißerfolg bei der Diathermiebehandlung der Gangrän. Z. R. 1931, H. 29.
Stein: Die chirurgische Diathermie bei der experimentellen Wurzelbehandlung. D. z. W. 1931, H. 7.
Stern, C.: Spätschädigungen nach Diathermie. Med. Welt 1930, H. 47.
Sturm: Über Asepsis und Kalkkaustik bei Wurzelbehandlung. Z. f. Stom. 1927.
— Chirurgische Diathermie bei Wurzelbehandlung. Z. R. 1930, H. 40.

— Anästhesierung bei Diathermiebehandlung. Z. R. 1935, H. 46.
Thünker, H. J.: Ist die Koagulation der Pulpa mittels Diathermie geeignet, unsere Wurzelbehandlungsmethoden zu erleichtern? Med. Diss. von 1931.
Trebitsch, H.: Die chirurgische Diathermie bei der Wurzelbehandlung. Z. R. 1930, H. 20.
Ulig: Die Behandlung des Zahnfleischpulpus mittels chirurgischer Diathermie. Z. f. Stom. 1934, H. 3.
Voltz u. Döderlein, G.: Kauterisation und Lichtbogenoperation. Mon. f. Gyn. Bd. 66.
Wadewitz, L.: Zur Wurzelbehandlung mit Diathermie. D. z. W. 1937, H. 28.
— Über Diathermie und Kurzwellen. D. z. W. 1937, H. 5.
— Diathermie. Z. R. 1934, H. 50.
Wasgien, K: Kritische Betrachtung über die Anwendung der Diathermie in der Zahnheilkunde, über ihre Indikation und ihre Grenzen. Z. R. 1930, H. 14.
— Noch einige Bemerkungen über die Anwendung der Diathermie in der konservierenden Zahnheilkunde. Z. R. 1930, H. 32.
— Weiter Bemerkungen über die Anwendung der Diathermie usw. Z. R. 1931, H. 3.
Wucherpfennig, V.: Das elektrische Schneiden mit der Diathermieschlinge bei kleinen chirurgischen Eingriffen. Chirurg. 1930, H. 7.
— Über das elektrische Schneiden mit der Drahtschlinge in der operativen Dermatotherapie und kleinen Chirurgie unter besonderer Berücksichtigung der Hauttbc. Jena, Gustav Fischer, 1932.
Wolf, H.: Was können wir von der Diathermie erwarten? Schw. M. f. Z. 1931, H. 3.
Zschau, H.: Elektrokoagulation und Lymphgefäße. Zugleich ein Beitrag zur Theorie des operativen Wundschocks. D. Z. f. Chir. 1931.

Lebenslauf.

Am 10. Sept. 1912 wurde ich, Heinz Horst Günther Schwellnus als zweiter Sohn des Kaufmanns Fritz Schwellnus und seiner Ehefrau Anna, geborene Berzelis in Königsberg/Preußen geboren. Ich besuchte das Kneiphöfische Gymnasium zu Königsberg und dann das humanistische Gymnasium zu Tilsit, wo ich am 4. März 1931 die Reifeprüfung ablegte. Im Wintersemester 1931/32 immatrikulierte ich mich in der philosophischen Fakultät der Universität Königsberg. Im Wintersemester 1934/35 ergriff ich dann das Studium der Zahnheilkunde und bestand am 21. 2. 1936 die zahnärztliche Vorprüfung in Königsberg. Sodann studierte ich in München und legte hier im Frühjahr 1938 das zahnärztliche Staatsexamen ab. Die Approbation als Zahnarzt wurde mir mit dem 20. Mai 1938 zugesprochen. Ich bin seitdem als Volontärassistent an der chirurgischen und klinischen Abteilung der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität München tätig.